



**Уральский  
федеральный  
университет**

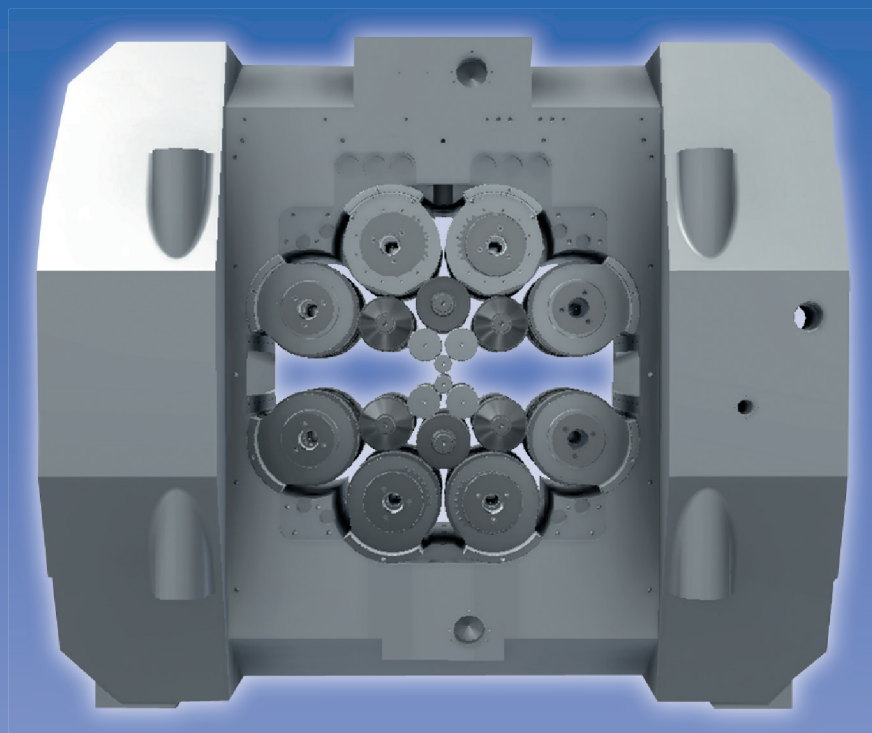
имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

**Механико-  
машиностроительный  
институт**

**С. В. ПАРШИН**

# ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДВАДЦАТИВАЛКОВЫХ СТАНОВ

Учебное пособие







Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

С. В. Паршин

# **Инновационные решения конструкций двадцативалковых станов**

Учебное пособие

Рекомендовано  
методическим советом УрФУ для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки  
15.03.02 — Технологические машины  
и оборудование

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2016

УДК 621.771.06:001.895 (075.8)  
ББК 34.621-52 я73+65.011.151 я73  
П18

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. кафедры «Автомобили и подъемно-транспортные машины» *В. В. Каржавин* (Российский государственный профессионально-педагогический университет);  
директор Института машиноведения УрО РАН д-р техн. наук, проф. *С. В. Смирнов*

Научный редактор — д-р техн. наук, проф. *В. С. Паршин*

**Паршин, В. С.**

П18 Инновационные решения конструкций двадцативалковых станов : учебное пособие / С. В. Паршин. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 76 с.

ISBN 978-5-7996-1721-9

В данном учебном пособии рассмотрены конструкции основных и вспомогательных механизмов 20-валковых станов. Использование таких станов позволяет получать тонкую и тончайшую ленту повышенной точности из высокоуглеродистых, нержавеющей и специальных сталей. Пособие предназначено для студентов всех форм обучения по специальностям «Металлургические машины и оборудование», «Обработка металлов давлением».

Библиогр.: 17 назв. Рис. 48.

УДК 621.771.06:001.895 (075.8)  
ББК 34.621-52 я73+65.011.151 я73

ISBN 978-5-7996-1721-9

© Уральский федеральный  
университет, 2016

# Содержание

---

Введение .....	4
1. Принципы действия двадцативалковых станов .....	7
2. Устройства для подачи листовой заготовки .....	12
2.1. Приемные стеллажи загрузочных устройств .....	12
2.2. Загрузочная тележка .....	12
2.3. Разматыватель .....	18
2.4. Установка отгибателя.....	21
3. Листоправильная машина .....	23
4. Моталки .....	29
5. Устройства для подачи и регулирования натяжения полосы .....	41
5.1. Механизм прижима.....	41
6. Вытиратели полосы .....	45
7. Главная линия стана .....	47
8. Шпиндельные устройства .....	50
9. Рабочая клеть .....	52
Библиографический список .....	73

## ВВЕДЕНИЕ

---

**И**з теории и практики известны преимущества валков малого диаметра при холодной прокатке металлов. Основными из них являются снижение давления по сравнению с валками большого диаметра в станах кварто или дуо и возможность получить ленту или полосу минимальной толщины.

Многовалковые станы получили свое развитие, с одной стороны, благодаря преимуществу валков малого диаметра и, с другой — повышенному спросу на тонкую и тончайшую ленту из высокоуглеродистых, нержавеющей и специальных сталей повышенной точности, так как прокатка лент на обыкновенных станах усложнена большим количеством пропусков полосы через стан и большим количеством промежуточных термических обработок, а часто практически и вовсе исключается возможность получения такой ленты на обыкновенных станах.

Применение многовалковых станов, помимо уменьшения массы прокатного оборудования, экономии металла и удешевления стоимости оборудования, может значительно уменьшить капитальные затраты при строительстве цеха для холодной прокатки. Во время обслуживания многовалковых станов для смены валков нет необходимости в кранах большой грузоподъемности, как это имеет место в случае эксплуатации четырех- или шестивалковых станов при смене опорных валков. Значительно меньшая высота многовалковых станов по сравнению с четырехвалковыми и меньшая грузоподъемность кранов, применяемых при обслуживании многовалковых станов, позволяют уменьшить высоту здания цеха, облегчить подкрановые пути и колонны здания цеха.

Кроме того, опытом эксплуатации многовалковых станов с небольшими диаметрами рабочих валков выявлено очень важное преимущество этих станов — возможность получения полосы высокой точности по поперечному сечению.

На всех современных станах холодной прокатки с четырехвалковыми клетями для уменьшения поперечной разнотолщинности и улучшения планшетности ленты применяются различные устройства, с помощью которых производится регулирование профиля валков.

Регулирование профиля валков производится путем нагрева бочки валков, дифференцированной подачи охлаждающей жидкости по длине бочки валков, противоизгиба рабочих и опорных валков, а также дифференцированной подачи технологической смазки по ширине ленты в очаг деформации.

Тепловые способы регулирования профиля валков позволяют менять профиль валка в значительном диапазоне, но обладают большей инерцией, процесс изменения профиля протекает очень медленно.

Изменением количества подаваемой смазки по ширине ленты можно быстро менять профиль полосы, но трудно добиться стабильной формы полосы особенно при высокоскоростной прокатке.

Последнее время наиболее широкое применение находят комбинированные способы — противоизгиб в сочетании с дифференцированной подачей охлаждающей жидкости.

Толщина крайних точек незначительно отличается от толщины в середине полосы. В сочетании с высокой жесткостью рабочей клетки на валках небольшого диаметра значительно легче получить полосу с очень жесткими допусками по толщине на всю длину рулона.

Достаточно указать, что на многовалковых станах получают полосу шириной 1220 мм и толщиной 0,125 мм с допуском на толщину  $\pm 3\%$  при длине полосы в рулоне до 10000 м. Основные преимущества многовалковых станов послужили причиной широкого распространения многовалковых станков в последние годы во многих странах.

Первое время эти станы применялись для прокатки главным образом труднодеформируемых металлов и сплавов, нержавеющей и трансформаторной стали, узкой полосы.

Последние годы сортамент прокатываемых полос на многовалковых станах расширился как по ширине и толщине полос, так и по прокатываемым материалам. Прокатывают полосы шириной до 2000 мм и планируется изготовление станков для прокатки полосы шириной более 3000 мм.

Возможность получения тонкой полосы толщиной 0,1 мм при ширине 1000 мм ставит совершенно по-другому вопрос о выборе оборудования для лентопрокатных цехов. В тех случаях, когда заготовка для

лентопрокатных цехов будет поступать большой ширины, прокаты-вать ее на многовалковом стане будут без предварительной продоль-ной резки, как это имеет место в настоящее время. Возможная ши-рина прокатки полосы в зависимости от конструкции рабочей клетки представлена в таблицах.

На рис. 1 и 2 показаны схемы двадцативалковых клеток. На схе-мах показаны расположение валков и способы определения сил, дей-ствующих на валки станов. Здесь величина и направление сил опре-деляются без учета сил трения, возникающих между валками при их перекачивании. Эти силы учитываются при определении момента, необходимого для перекачивания валков при выявлении требуемой мощности стана.

Двенадцативалковые станы применяются при прокатке главным образом менее прочных металлов и сплавов, а двадцативалковые — более прочных и труднодеформируемых металлов.

В имеющейся литературе рассмотрены, в основном, устройство ра-бочей клетки и привод таких станов. Вместе с тем, достоинства станов со всей полнотой могут быть использованы лишь при наличии вспомо-гательных механизмов, обеспечивающих полную механизацию и авто-матизацию процесса прокатки, без них невозможно получение полосы высокого качества и обеспечение необходимой производительности. В данном учебном пособии рассмотрен весь комплекс механизмов 20-валковых станов, необходимых для ведения процесса прокатки.

# 1. Принципы действия двадцативалковых станов

---

**Д**вадцативалковые станы холодной прокатки в настоящее время получили широкое распространение в нашей стране для прокатки тонких и тончайших лент из специальных сталей (нержавеющей, легированной, трансформаторной и др.) в рулонах.

Исходной заготовкой для прокатки является как горячекатаный, так и холоднокатаный металл после отжига в рулонах. Прокатка полосы производится за несколько пропусков в зависимости от выбранной схемы калибровки для данной полосы. Наибольшее распространение в отрасли получили станы отечественного производства, а также станы зарубежных фирм.

На рис. 1 и рис. 2 представлены станы конструкции ВНИИметмаша и СКМЗ, а также фирмы «Sendzimir-Innocenti», предназначенные для холодной прокатки полосы из нержавеющей и легированной сталей в рулонах массой до 15 т. Начальная толщина полосы (подката) 3,5 мм, а конечная 0,15 мм, максимальная ширина 1050–1550 мм соответственно.

Подготовленные для прокатки рулоны подаются на цепной транспортер 1 (рис. 1) или приемный стеллаж 15 (рис. 3) при помощи мостового крана или автопогрузчика. С транспортера или приемного стеллажа рулоны поступают на тележку разматывателя 2 (см. рис. 1), 1 (рис. 2), при помощи которой рулон задают на разматыватель 3 (см. рис. 1), 2 (см. рис. 2) барабанного типа, приводимый в действие от электродвигателей постоянного тока для поворота барабана и создания натяжения полосы при первом пропуске.

На барабане разматывателя рулон центрируется по оси стана специальным механизмом (передвижным упором) или гидравлическими регуляторами положения полосы автоматической системы «Аскания», затем барабан разматывателя с помощью силового гидравлического цилиндра разжимается, закрепляя на себе рулон.

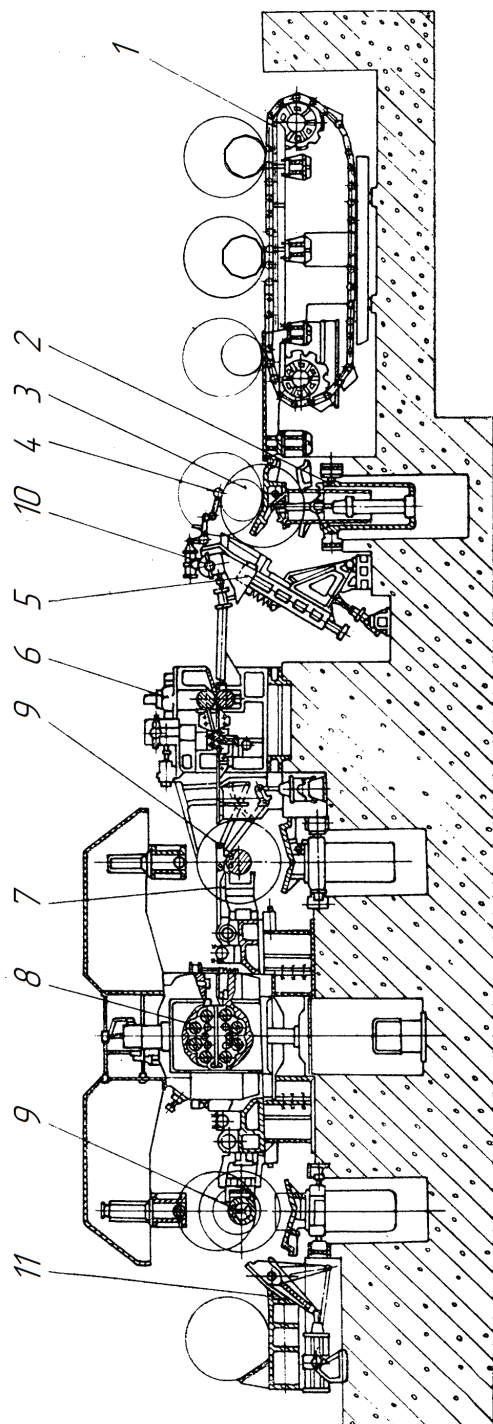


Рис. 1. Стан 20-валковый конструкции ВНИИметмаша и СКМЗ



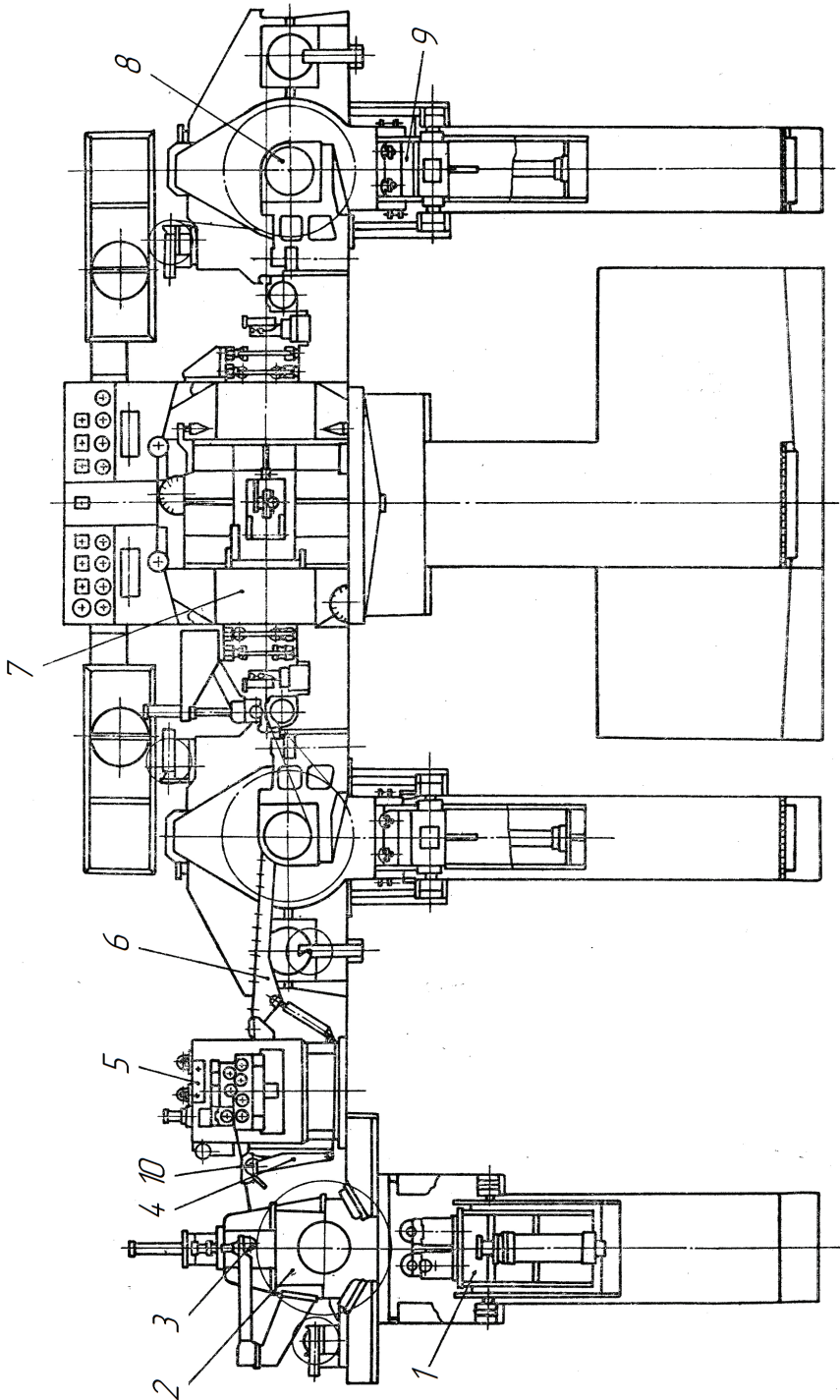


Рис. 2. Стан 20-валковый фирмы «Sendzimir — Innocenti»

Поворотом двигателя барабана разматывателя рулон устанавливается в положение, удобное для отгибания переднего конца полосы; прижимной ролик 4, 3 (см. рис. 1, 2) прижимается к рулону при помощи пневматического или гидравлического цилиндра, после чего скребком отгибателя 5 (см. рис. 1), 4 (см. рис. 2) отгибается передний конец полосы, который через ролики 10 (см. рис. 1, 2) подается по направляющим к тянущим роликам правильной машины.

После задачи полосы в тянущие ролики машины прижимной ролик и скребок отгибателя отводятся в исходное положение. Правильная машина 6 (см. рис. 1), 5 (см. рис. 2) правит полосу перед прокаткой и по столу 7 (см. рис. 1), 6 (см. рис. 2) на заправочной скорости (0,5 м/сек) задает ее в валки рабочей клетки 8 (см. рис. 1), 7 (см. рис. 2).

При помощи гидравлического нажимного устройства и двигателя следящей системы, служащего для установки необходимого зазора в валках рабочей клетки, устанавливается заданный раствор валков. Полоса проходит между рабочими валками клетки и закрепляется на барабане передней моталки; устанавливается необходимое переднее натяжение полосы, что ускоряет стан до рабочей скорости (6 м/сек), но не превышающей скорости разматывателя. Полоса подается в стан с разматывателя только в период первого пропуска. Все последующие проходы полосы задаются в стан с моталок 9, 8 (см. рис. 1, 2).

В первом пропуске заднее натяжение создается разматывателем (и не должно превышать 60 кН (6 т), правильной машиной, прижимным столом или пресс-проводкой).

Перед выходом заднего конца полосы из разматывателя стан переводится на заправочную скорость, на которой прокатывают задний конец. Затем стан останавливают, все механизмы стана включают на реверсивную работу, заправляют задний конец полосы на заправочной скорости в барабан задней моталки; устанавливают необходимое обжатие и натяжение полосы и начинают второй пропуск (в обратную сторону), ускоряя скорость стана до заданной рабочей скорости.

Всеми механизмами стана управляют операторы с двух пультов (постов), расположенных в головной и центральной части стана. Скорость механизмов, обеспечивающих процесс прокатки (разматыватель, рабочая клеть, моталки), изменяется одновременно, что обеспечивается электрической схемой управления.

Установка раствора рабочих валков и необходимого давления, а также изменение направления прокатки производится только при нали-

чий металла в валках. Прокатка ведется до тех пор, пока не получится заданная толщина полосы. Замедление и остановка стана перед его реверсированием или по окончании прокатки производится автоматически при помощи счетчика витков полосы, это избавляет оператора от преждевременного перевода стана на заправочную скорость прокатки, а также значительно облегчает его работу.

По окончании процесса прокатки полосы валки стана разводят во избежание повреждения их необжатым задним концом, на рулон опускают прижимной ролик, полоса сматывается передней моталкой, ее барабан складывается (сжимается) в диаметре, и с помощью тележки 12, 9 (см. рис. 1, 2) с подъемным столом-снимателем (сталкивателем) намотанный рулон снимается с барабана моталки и краном убирается на стеллажи, или тележка с рулоном перемещается к приемному стеллажу 11 (см. рис. 1), рулон опрокидывается при помощи опрокидывателя в наклонное приемное устройство, откуда убирается краном.

## 2. Устройства для подачи листовой заготовки

---

### 2.1. Приемные стеллажи загрузочных устройств

---

Служат для создания запаса рулонов и обеспечения бесперебойной работы стана. Приемный стеллаж загрузочного устройства 1 (см. рис. 3) состоит из собственно стеллажа 15 для приема рулонов, передвижных настилов 5, 6, загрузочной тележки 2 с подъемным столом 3 и гидравлического привода 4 передвижения тележки.

### 2.2. Загрузочная тележка

---

Предназначена для снятия рулона с приемного стеллажа, поворачивания рулона в положение, удобное для начала разматывания, транспортировки его к разматывателю и одевания рулона на барабан разматывателя.

Загрузочная тележка 2 (см. рис. 3) состоит из массивного сварного корпуса 27 (рис. 4), перемещающегося на четырех скатах 28 при помощи гидравлического цилиндра 4 (см. рис. 3) по направляющим 7 двутавровой балки 8. Внутри корпуса 27 (см. рис. 4) встроенный сварной подъемный стол 34 с гидроцилиндром 35, при помощи которого подъемный стол перемещается в вертикальной плоскости по направляющим 31, 32. На верхней части подъемного стола 34 закреплена болтами плитовина 33 с опорными роликами 29, 30, один из которых приводной и служит для подмотки и удержания конца полосы при развязке или увязке рулона.

Подвод рабочей жидкости к полостям гидроцилиндра 35 подъемного стола осуществляется с помощью гибких шлангов.

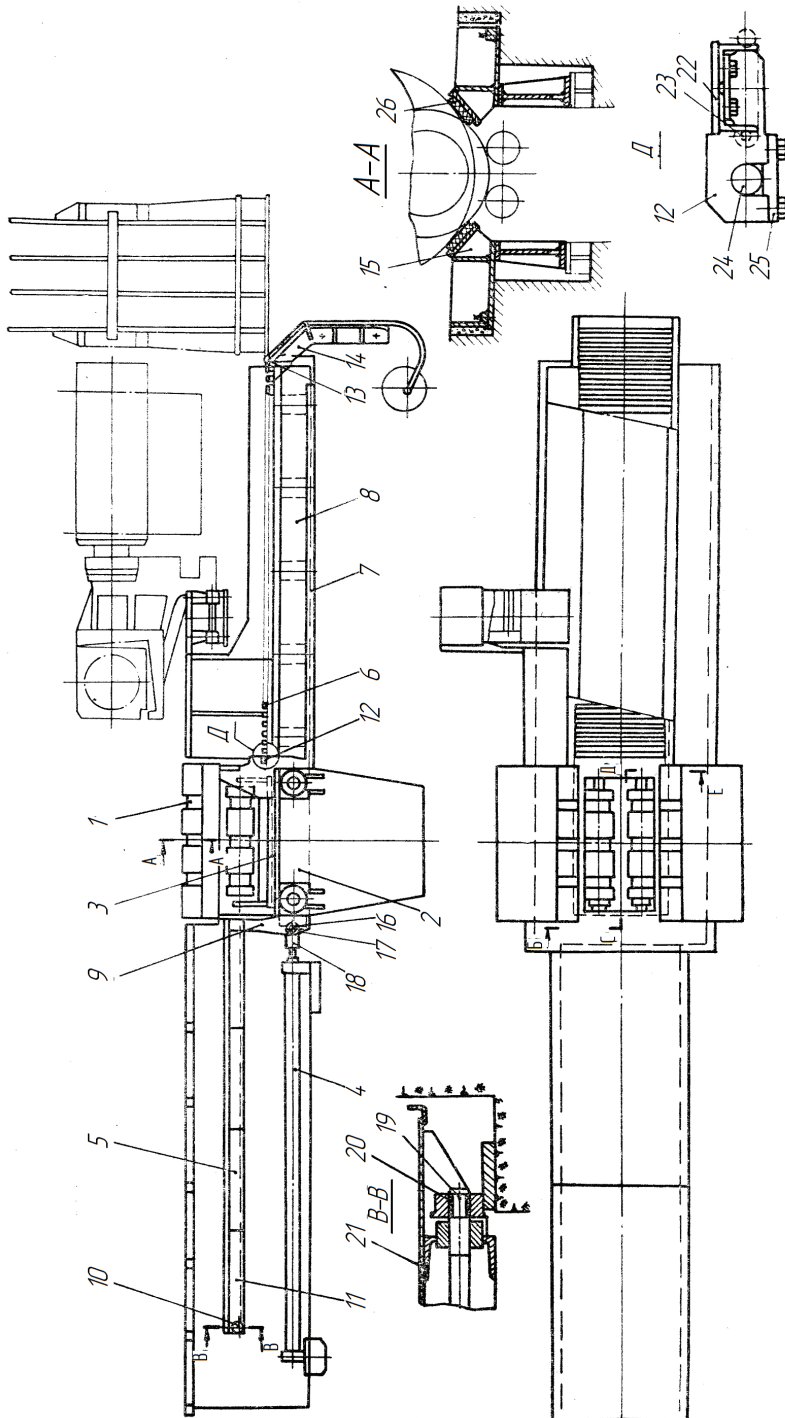


Рис. 3. Приемный стеллаж и загрузочная тележка

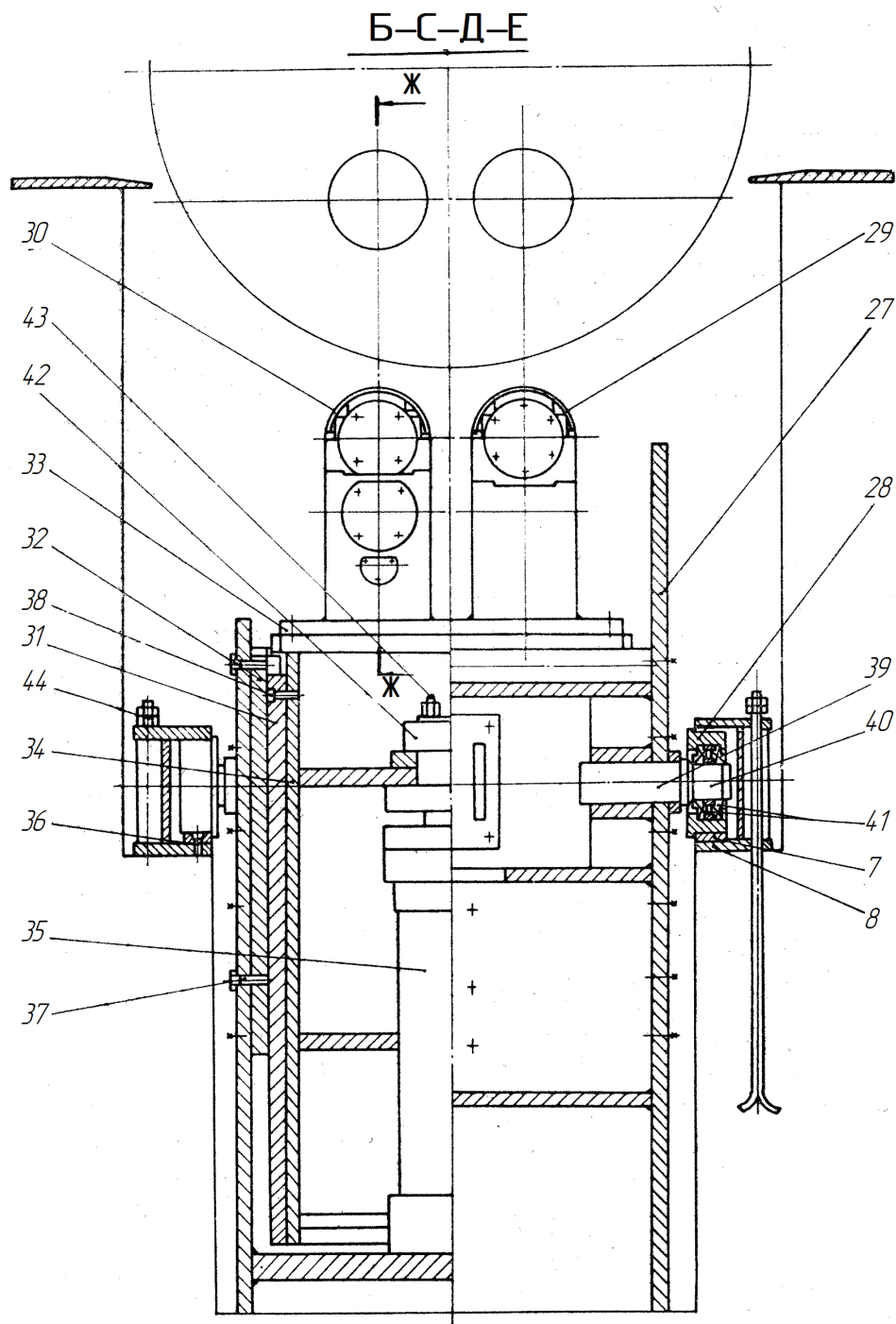


Рис. 4. Подъемный стол тележки

Вращение приводного ролика 30 (рис. 5) осуществляется от мотор-редуктора 45, через зубчатую муфту 46 и цилиндрический редуктор 47 с передаточным числом 2,141.

Подвижный и убирающийся настилы 5, 6 (см. рис. 3) своими передними концами закреплены на корпусе тележки 2 при помощи кронштейна 9 и зажима 12. Задние концы настилов при передвижении тележки в одну и другую стороны через ролики 10, 13 опираются на направляющие 11, 14 и закрывают приямок, когда тележка находится под разматывателем или приемным стеллажом. Подвижный настил обеспечивает безопасное обслуживание приемного стеллажа, загрузочных и разгрузочных тележек разматывателей и моталок. Конструкции загрузочных и разгрузочных тележек разматывателей и моталок идентичны.

Валы редуктора, опорные ролики стола, скаты тележки и ролики подвижных настилов установлены на подшипники качения. Смазка зубчатых зацеплений редуктора приводного ролика подъемного стола — жидкая, заливная (цилиндровое 24).

Смазка подшипников качения скатов тележки, роликов, подвижных настилов, роликов стола, зубчатой муфты — густая, закладная (ИП-1, МСБ-1); направляющих подъемного стола — дисульфид-молибденовая.

Транспортеры (рис. 6) за последнее время не нашли широкого применения в современных загрузочных устройствах и сохранились только на некоторых ранее изготовленных станах. Транспортеры, применяемые в загрузочных устройствах, представляют собой непрерывную замкнутую цепь 1, состоящую из тележек 2, на оси которых посажены ролики 3, шарнирно соединенные между собой звеньями 4. Цепь надет на зубья спаренных звездочек, одна из которых приводная 5, другая — неприводная 6. Тележки верхней и нижней ветви цепи перемещаются на роликах по направляющим 8, 9, лежащим на поперечных балках 7, 10, которые установлены на фундаменте.

Привод транспортера осуществляется от электродвигателя 11, через муфту 12, цилиндрический редуктор 13, зубчатую муфту 14, на вал 15 приводной звездочки.

Уложенные на тележки транспортера рулоны (не более 3) подаются поочередно на плиту 16 подъемного стола 23 тележки разматывателя. После подачи одного рулона транспортер автоматически отключается с помощью командоаппарата 18.



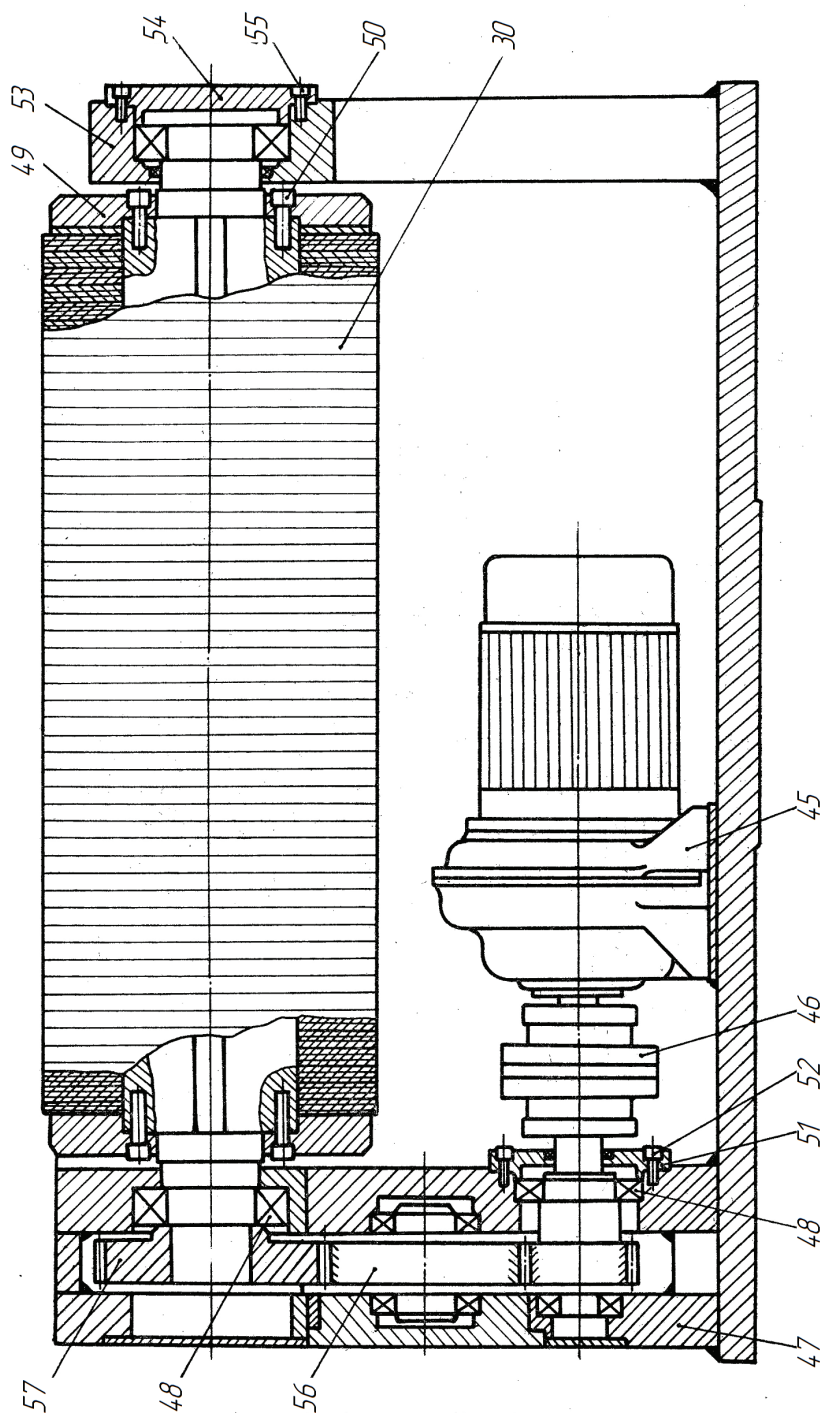


Рис. 5. Привод опорного ролика стола



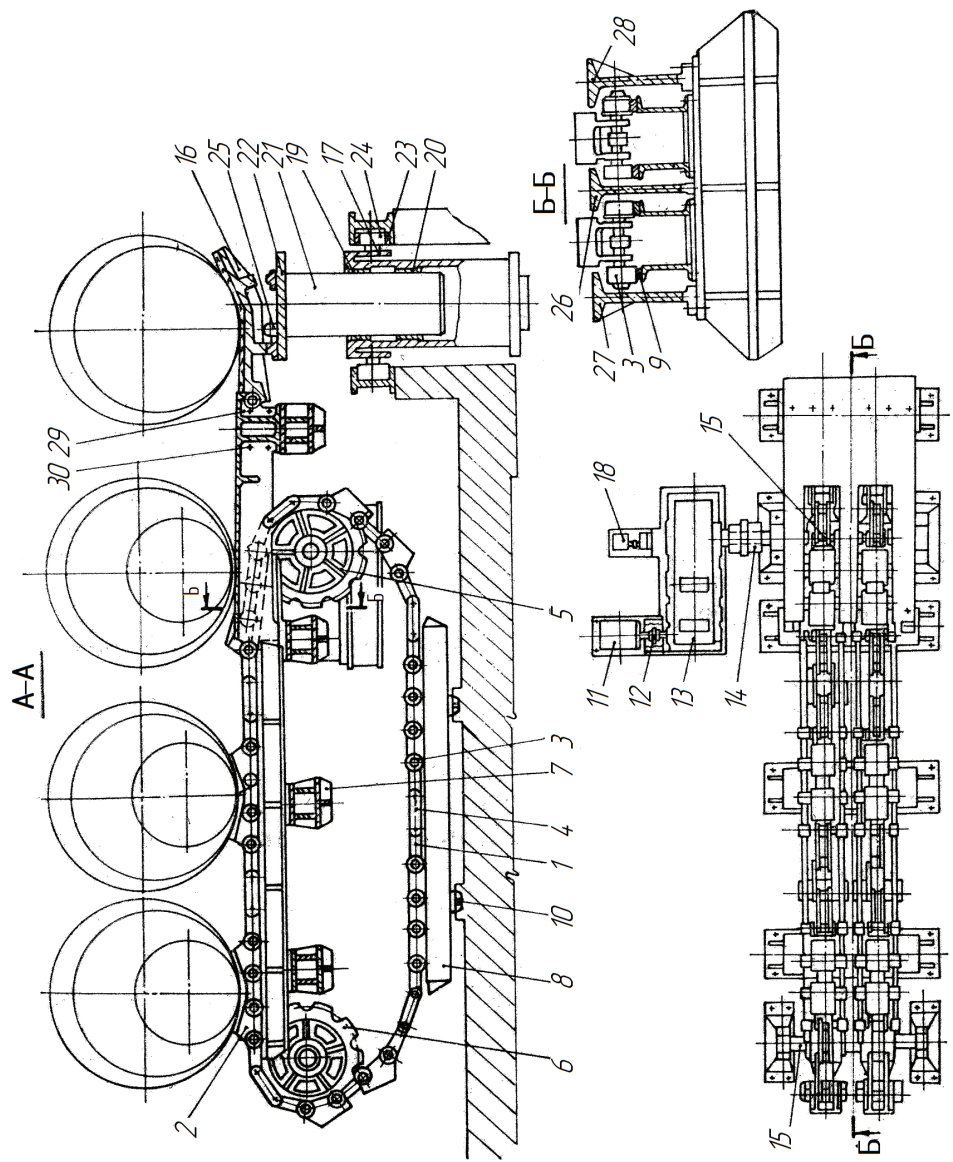


Рис. 6. Цепной транспортер

Подача следующего рулона производится включением двигателя с пульта управления, при этом цепь транспортера перемещается только на один шаг, равный 1920 мм.

Тележка разматывателя (см. рис. 6) отличается от загрузочной тележки 2 (см. рис. 3) тем, что подъемный стол 22 установлен в цилиндрической расточке корпуса тележки 17, в котором запрессованы направляющие втулки 19, 20. В этих втулках перемещается полая гильза 21 подъемного стола. Подъем и опускание стола 22 осуществляются при помощи гидравлического цилиндра, встроенного внутри поллой гильзы.

Смазка узлов трения транспортера — густая от централизованной системы смазки; роликов и втулок подъемного стола — индивидуальная густая, закладная; редуктора — жидкая, заливная.

### 2.3. Разматыватель

---

Разматыватель предназначен для приема и разматывания рулонов, создания натяжения полосы между разматывателем и рабочей клетью при первом пропуске. Максимальное натяжение, создаваемое разматывателем вместе с правильной машиной, — 5 т.

Плавающий консольный разматыватель (рис. 7) состоит из узла плавающей тележки 1, на которой смонтированы узлы разматывателя, включающие редуктор 2, барабан 3, привод 4 и механизм прижимного ролика 5.

В расточках цилиндрического редуктора 2 на подшипниках качения 6, 7 смонтирован полый вал 8, составляющий одно целое с валом редуктора, на консоли которого закреплен клиновый четырехсегментный барабан 3. Изменение диаметра барабана (сжатие и расжатие) осуществляется осевым перемещением штанги 9, расположенной в направляющих втулках 10, и полого вала 8 от силового гидроцилиндра 12 двухстороннего действия. Передний конец штанги 9 посредством гайки 28 (рис. 8) клина 29, болтов 30 крепится к клиновым втулкам 31, связанным между собой сегментами 32, которые при осевом перемещении штанги перемещаются в Т-образных наклонных пазах втулок 31 в радиальном направлении, увеличивая или уменьшая диаметр барабана.

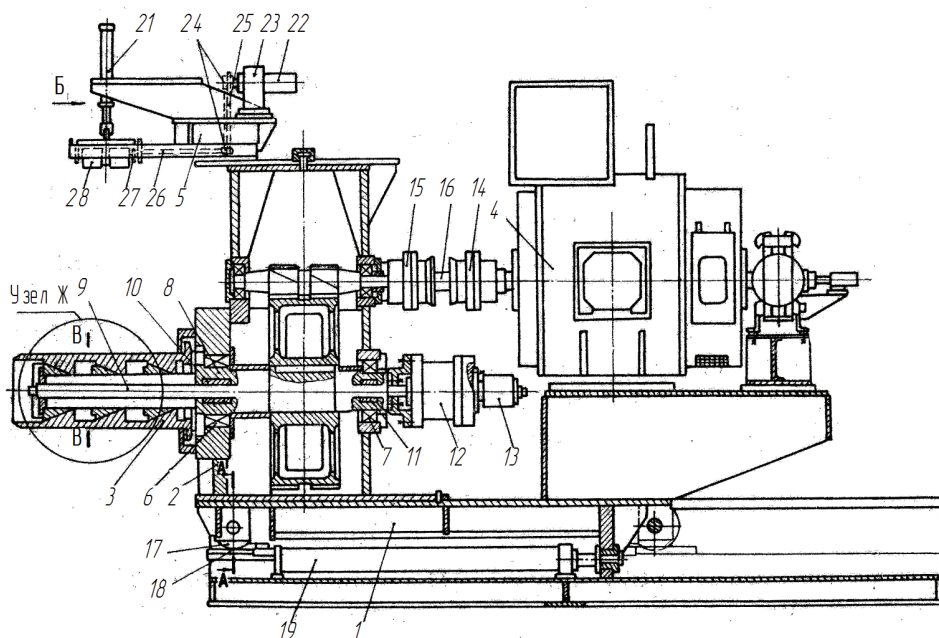


Рис. 7. Плавающий консольный разматыватель

Подача рабочей жидкости к силовому гидроцилиндру осуществляется через вертлюг 13 (см. рис. 7). Крепление сегментов от осевых перемещений производится при помощи кольца 33 (рис. 8).

Вращение барабана разматывателя производится от электродвигателя 4 (см. рис. 7) через зубчатые муфты 14, 15, промежуточный вал 16 и зубчатую передачу редуктора.

Перемещение (плавание) разматывателя перпендикулярно оси стана в одну и другую сторону (вперед, назад) осуществляется тележкой (см. рис. 7), перемещающейся на бегунках 17 по направляющим 18 от гидравлического привода 19 следящей системы.

Центрирование полосы по оси стана в процессе разматывания производится автоматически при помощи системы «Аскания» фотоэлектрическим датчиком, установленным на станине правильной машины.

Прижимной ролик 20 (см. рис. 7) барабана разматывателя служит для прижатия конца полосы, подмотки распушенных витков рулона и задачи его в правильную машину. Прижатие ролика к рулону производится от гидроцилиндра 21, вращение ролика — от фланцевого электродвигателя 22 через червячный редуктор 23, звездочки 24, цепь 25, вал 26 и звездочки 27.

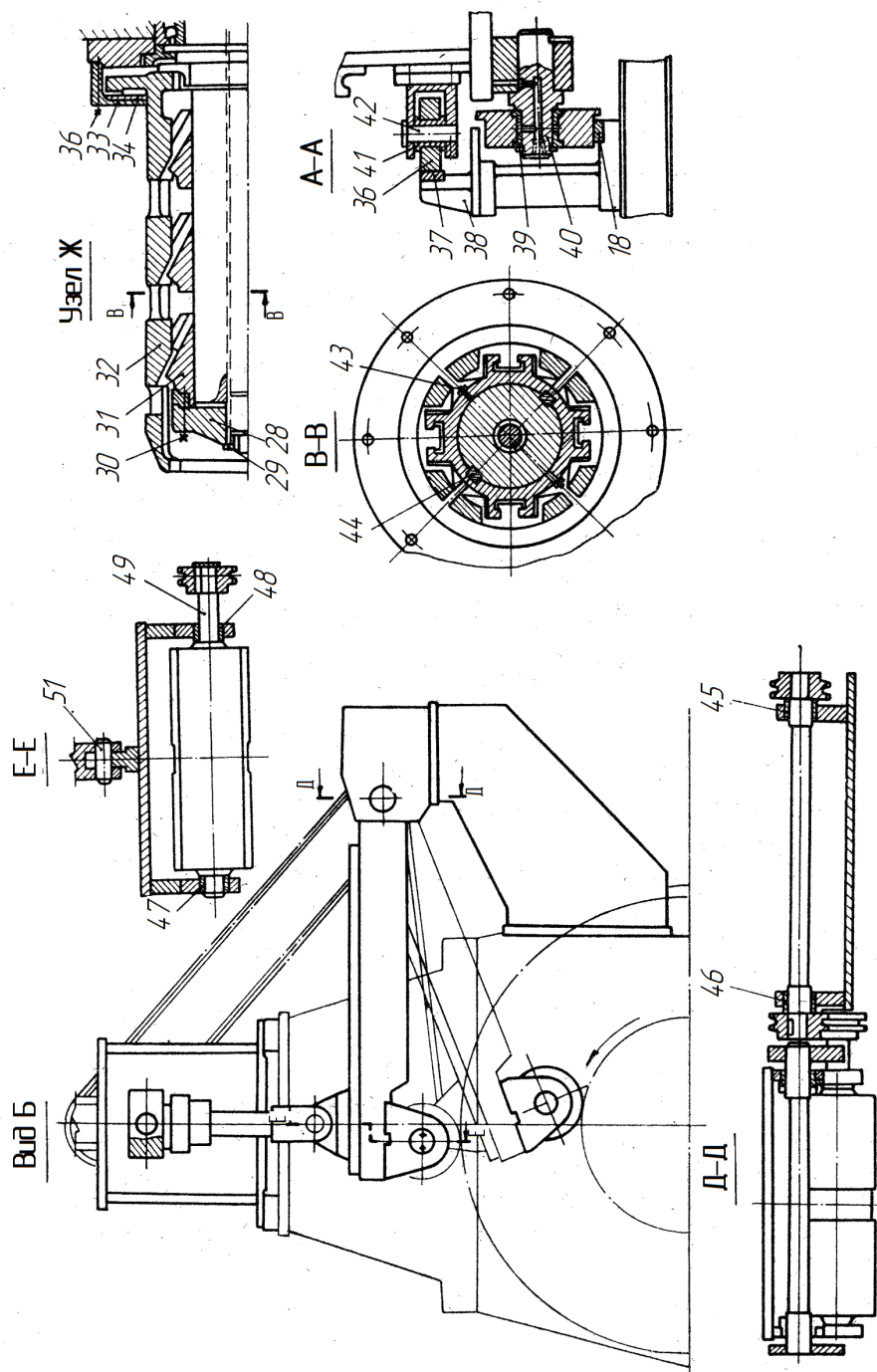


Рис. 8. Узлы разматывателя

Смазка подшипников качения зубчатых зацеплений редуктора разматывателя — жидкая циркуляционная; зубчатых муфт привода барабана — густая закладная (МСБ-1 или ИП-1); червячного редуктора — жидкая заливная.

Смазка поверхностей трения барабана (втулки по полуму валу, сегментов по втулкам, шпонок по валу) — густая закладная (дисульфид-молибденовая) или ИП-1 через масленки смазочных устройств.

## 2.4. Установка отгибателя

Отгибатель предназначен для отгибания переднего конца рулона и подачи его в тянущие ролики правильной машины. Отгибатель конца рулонов (рис. 9) представляет собой качающуюся раму 1, смонтированную на корпусах 2 подшипников скольжения сварных стоек 3, 4.

Качающаяся рама состоит из двух литых стоек 5, несущих механизм привода ролика 13 и устройство прижимного ролика 20, бронзовых направляющих 6, 7, по которым при помощи гидроцилиндра 19 перемещается подвижная рама 8 с роликами 9, 11 и скребком 10.

После установки рулона на барабан разматывателя и поворота рулона в положение, удобное для отгибания переднего конца рулона (против скребка отгибателя), включением гидравлического цилиндра 16 рама 1 устанавливается в исходное положение и через опорный ролик 17 опирается на рулон.

Опорный ролик 17 выполнен регулируемым для тех случаев, когда диаметры рулонов различны. Качающаяся рама должна занимать вполне определенное положение, обеспечивающее движение скребка по касательной к рулону. Установив раму 1 в исходное положение, пневматическим цилиндром 18 поджимают прижимной ролик 20 к рулону, включается гидравлический цилиндр 19, передвигающий раму 8 со скребком по касательной к рулону. Носок скребка при подъеме отгибает конец полосы рулона.

Отогнутый конец полосы проходит между подъемным 9 и приводным 13 роликами. Когда подъемный ролик достигает своего крайнего положения (700 мм) и прижимает отогнутую полосу к приводному ролику, включаются одновременно двигатель разматывателя и двигатель приводного ролика.

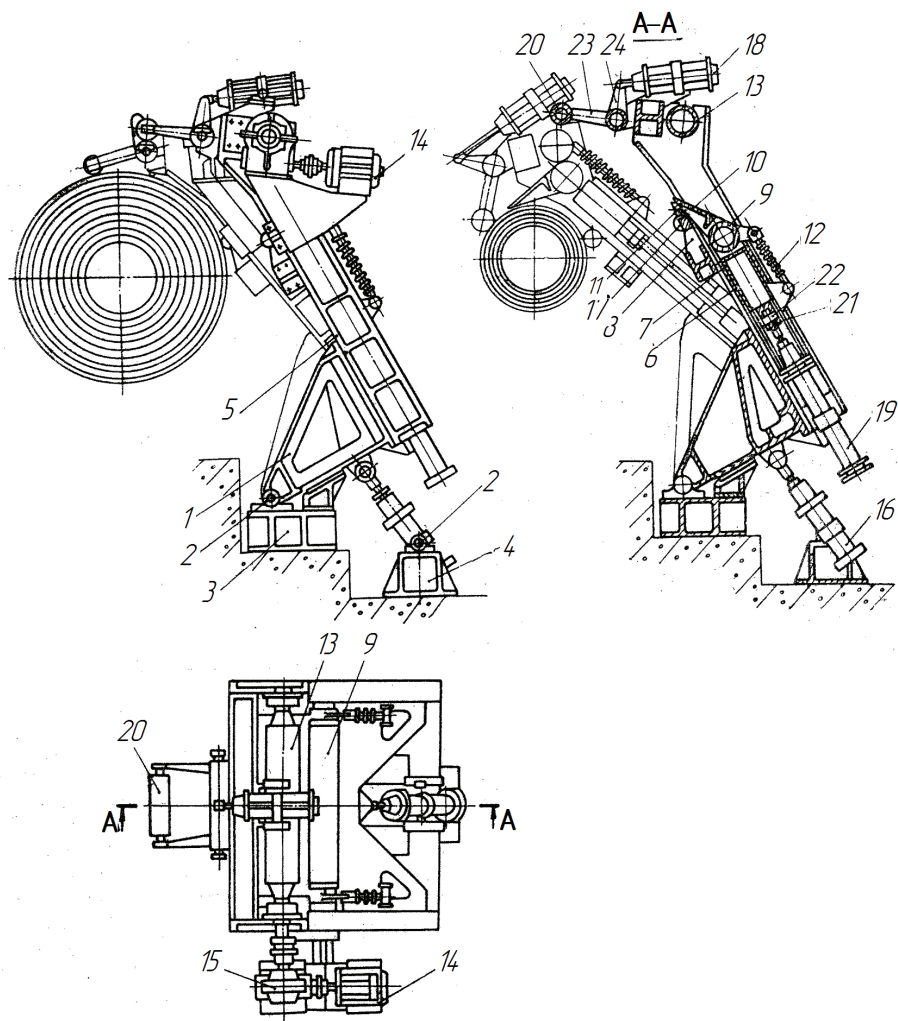


Рис. 9. Отгибатель конца рулонов

Вращение приводного ролика осуществляется от электродвигателя 14 через червячный редуктор 15 и обгонную муфту, вмонтированную внутрь приводного ролика. Полоса по проводкам поступает в тянущие ролики правильной машины.

После задачи полосы в рабочие валки клетки подъемный ролик 9 со скребком 10 опускается в нижнее исходное положение, качающаяся рама также отводится от рулона в свое исходное положение. Смазка узлов отгибателя осуществляется от централизованной системы густой смазки.



### 3. Листоправильная машина

**П**редназначена для предварительной правки концов полосы и, в исключительных случаях, правки всей полосы при разматывании рулона. Правильная машина (рис. 10) состоит из двух литых станин 1, установленных на плите 2, соединенных между собой стяжками 3, траверсой 4 и проводками 5; на верхней части станин размещен электродвигатель 6, червячные редукторы 7 нажимных устройств 9 верхних правильных роликов 8.

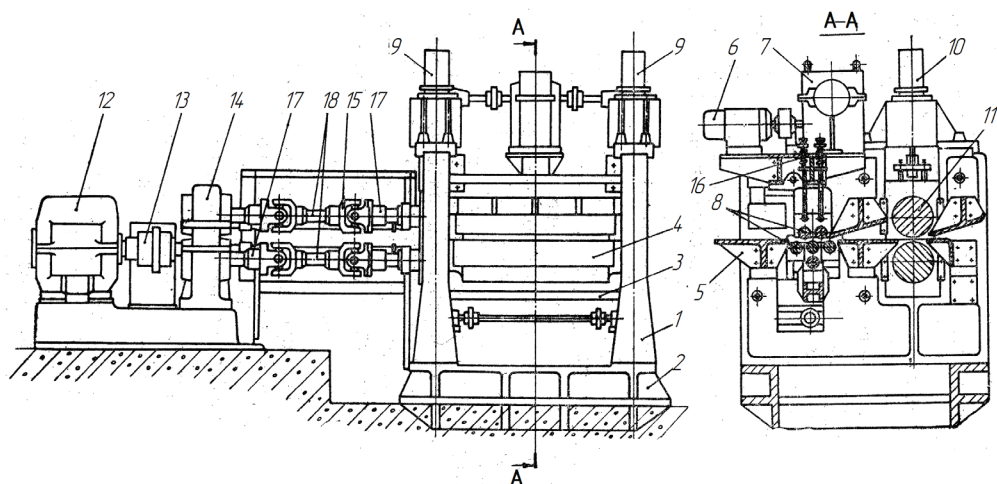


Рис. 10. Листоправильная машина

Раскрытие тянущих роликов 11 осуществляется от гидравлического цилиндра 10. Тянущие ролики предназначены для задачи полосы в рабочие ролики машины.

Привод тянущих и рабочих роликов — общий и осуществляется от электродвигателя 12 через зубчатую муфту 13, комбинированный редуктор 14, шестеренные клетки и универсальные шпиндели 18. Рабочие и тянущие ролики смонтированы в подшипниках качения.

Изменение скорости роликов машины происходит за счет изменения скорости электродвигателя.

Верхние рабочие ролики при помощи нажимных устройств имеют возможность перемещаться в вертикальной плоскости при настройке машины на заданную толщину полосы. Уравновешивание верхних рабочих роликов производится при помощи пружин 16.

Зазор между верхними и нижними роликами во время настройки устанавливается по показанию указателя раствора валков, циферблат которого закреплен на крышке станины. Ограничение крайних положений рабочих роликов (верхних) производится при помощи конечных выключателей. Смазка узлов машины осуществляется от централизованной системы густой смазки, редукторов — жидкая заливная.

Листоправильная машина с отгибателем рулонов и промежуточным столом (рис. 11, 12) по конструкции отличается от вышеописанной компактностью узлов и новизной примененного отгибателя полосы.

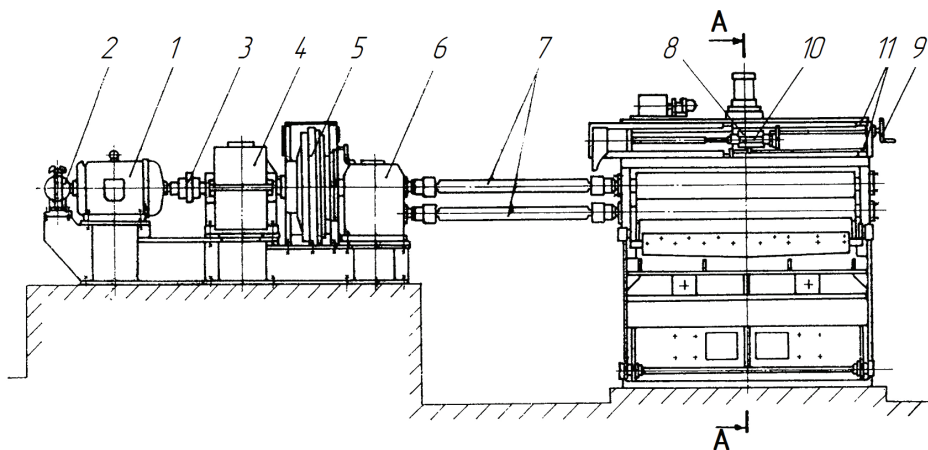


Рис. 11. Привод тянущих и рабочих роликов листоправильной машины.

Привод (см. рис. 11) тянущих и рабочих роликов осуществляется от электродвигателя 1 через зубчатую муфту 3, редуктор 4, электромагнитную муфту 5 (Stromag), шестеренную клеть 6 и шпиндельное соединение 7. Электромагнитная муфта 5 служит для отключения электродвигателя, когда при разматывании производится правка всей полосы.

Правильная машина (см. рис. 12) состоит из скребкового отгибателя 12, двух тянущих роликов 13, пяти правильных роликов 14 и откидного промежуточного (стола) рольганга 15.



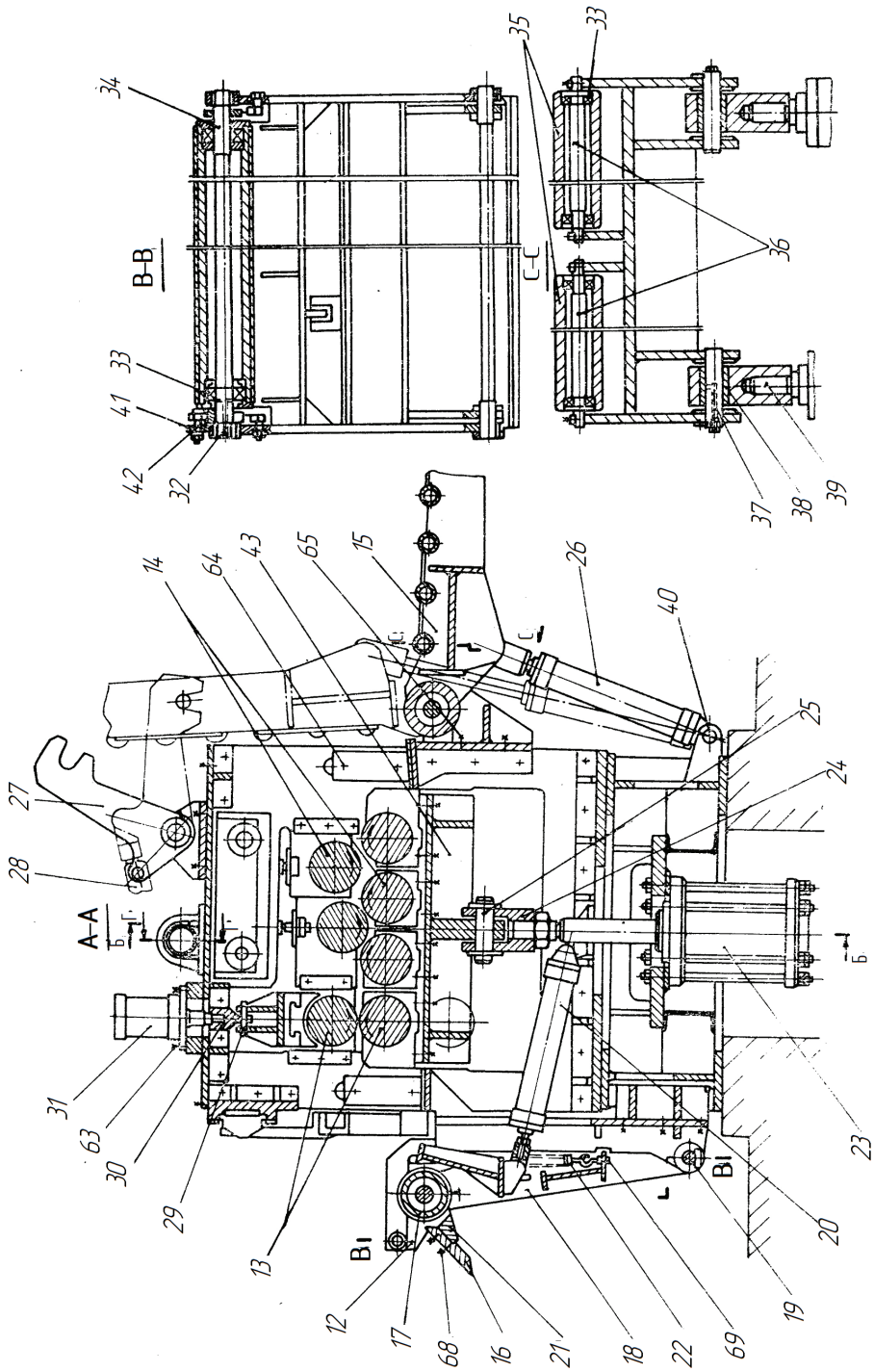


Рис. 12. Листопрямильная машина с отгибателем (скребковым)

Со стороны входа полосы в правильную машину смонтирован отгибатель 12 полосы с бронзовым скребком 16 и направляющим роликом 17. Направляющий ролик и скребок смонтированы на раме 18, качающейся на неподвижной оси 19 от двух гидравлических цилиндров 20. Откидной стол 21 вместе со скребком 16 имеет возможность изменять свое положение относительно оси 34 направляющего ролика в процессе отгибания и задачи конца полосы в тянущие ролики 13, возвращаться в исходное положение посредством спиральных пружин 22.

При задаче полосы в правильную машину тянущие и правильные ролики должны быть раскрыты. После перехода полосы через ось тянущих роликов нижние ролики правильной машины поднимаются, а верхний тянущий опускается и полоса подается по направлению клетки.

Нижний тянущий ролик 13 и нижние правильные ролики 14 смонтированы на столе 43, перемещающемся в вертикальной плоскости от гидравлического цилиндра 23.

Верхний тянущий ролик поднимается и опускается гидравлическим цилиндром 31. Каждый из двух верхних правильных роликов может опускаться и подниматься от отдельного нажимного устройства (рис. 13), регулирующего зазоры между правильными роликами в зависимости от толщины выправляемой полосы.

Привод винтов 50 (см. рис. 13) нажимных устройств осуществляется от гидромотора 44 (Vickers) через упругую муфту 45, цепную передачу 46, муфту 47, синхронизирующий вал 48 и червячную передачу 49 с передаточным отношением 1:30.

Откидной промежуточный стол 15 (см. рис. 12) с роликами 35 смонтирован за правильной машиной и служит для поддержания и задачи полосы в рабочую клетку стана. Поднимание и опускание стола производится двумя гидравлическими цилиндрами 26, причем стол в момент выхода полосы из машины должен находиться в несколько приподнятом положении для компенсации высоты падения конца полосы. При выходе полосы из машины и подачи ее по роликам стола к клетке стана — откидной стол должен быть полностью опущен.

После того, как передний конец полосы зажат в зеве барабана моталки за станом, верхний ролик поднимается — создается натяжение полосы между разматывателем и моталкой.

Нижние и верхние правильные ролики остаются в сжатом положении только тогда, когда проводится правка полосы. В случаях, включающих правку полосы, они должны быть в расжатом положении.

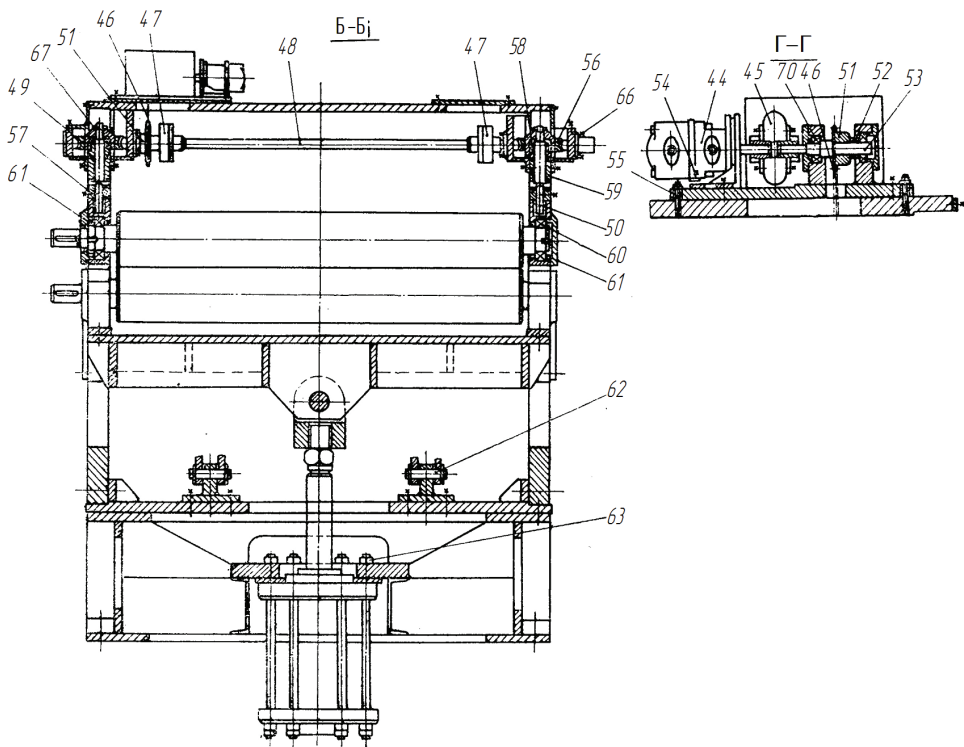


Рис. 13. Привод винтов нажимных устройств

При окончании прокатки первого прохода, когда задний конец полосы должен освободиться от барабана разматывателя, тянущие ролики машины должны быть зажаты для выпрямления конца полосы, который будет введен в барабан моталки, установленной перед клетью.

По окончании указанной операции откидной стол поднимается в крайнее верхнее положение и фиксируется специальной защелкой 27, приводимой в действие гидроцилиндром 28.

Центрирование полосы по оси машины осуществляют гидравлические регуляторы положения полосы автоматической системы «Аскания». Для чего каретку 8 (см. рис. 11) с фотоэлектрическим датчиком при помощи ручного привода 9 устанавливают так, чтобы кромка полосы находилась между лампочкой и фотосопротивлением датчика системы «Аскания». После отрегулирования положения датчика на заданную ширину полосы каретка включается в автоматический режим работы.

При смещении каретки гидроцилиндром 10 на 150 мм в сторону оси стана положение кромки полосы все время контролируется лам-

почкой и фотосопротивлением датчика, следящая система которых удерживает разматыватель и полосу по оси стана, способствуя четкой работе механизмов задачи полосы в рабочую клеть стана.

Система центрирования полосы «Аскания» не может работать в автоматическом режиме при опущенном (прижатом) верхнем тянущем ролике и откидном столе отгибателя.

Смазка зубчатых зацеплений шестеренной клети, редукторов — жидкая заливная (МС-14 или М20) с вязкостью  $16^{\circ}-20^{\circ}\text{E}$  при  $t = 50^{\circ}\text{C}$ ).

Смазка подшипников тянущих и правильных роликов — густая, от (СРГ) с применением масла МСВ-1 или ИП-1; нажимных устройств — гипоидная.

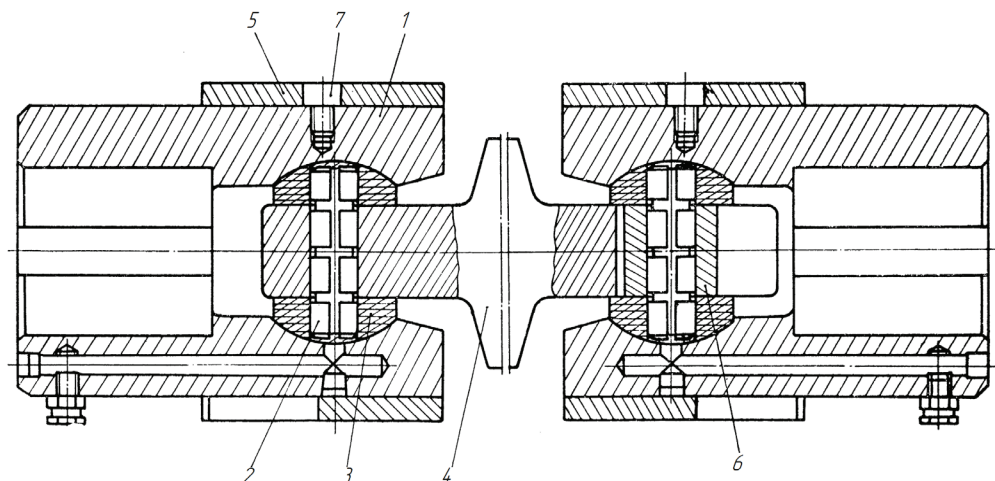


Рис. 14. Шпиндельное соединение

Смазка втулок шарнирных соединений отгибателя и откидного стола, а также элементов трения шпинделей правильной машины — густая, через масленки маслом МСВ-1, ИП-1 соответственно (рис. 14).

## 4. Моталки

---

**П**редназначены для создания переднего и заднего натяжения полосы в процессе прокатки и сматывания прокатываемой полосы в рулоны. Моталки 20-валкового стана, как и разматыватели, всегда выполняются консольными, барабанного типа. Основное различие моталок заключается в различии конструкций применяемых барабанов.

В линии 20-валкового стана (см. рис. 1, 2) устанавливаются две моталки (правая и левая), по своей конструкции совершенно аналогичные и отличающиеся только исполнением, которые обеспечивают реверсивную работу стана.

Конструкция барабана моталки (рис. 15) пирамидальная, четырехсегментная с подвижным валом, состоящим из нескольких четырехугольных пирамид и составляющим одно целое с валом редуктора. В состав моталки (рис. 15) входят следующие основные механизмы:

- 1) одноступенчатый редуктор 1 сварной конструкции с барабаном;
- 2) сниматель рулонов 2;
- 3) откидная (поворотная) опора 3;
- 4) разгрузочная тележка 4 сварной конструкции;
- 5) промежуточные соединения.

Барабан моталки (рис. 16) состоит из четырех сегментов 16, смонтированных на пирамидальном вале 11, который посредством шлицев соединен с кованым полым валом 6, закрепленным в подшипниках качения 7, установленных в корпусе 8 редуктора. Внутри полого вала по направляющим втулкам 9, 10 перемещается пирамидальный вал 11, состоящий из нескольких четырехугольных пирамид 12. На конце пирамидального вала смонтирован подшипник 13, втулка которого входит в расточку откидной опоры 14, присоединяемую к валу 11 до заправки в зев барабана моталки конца полосы.

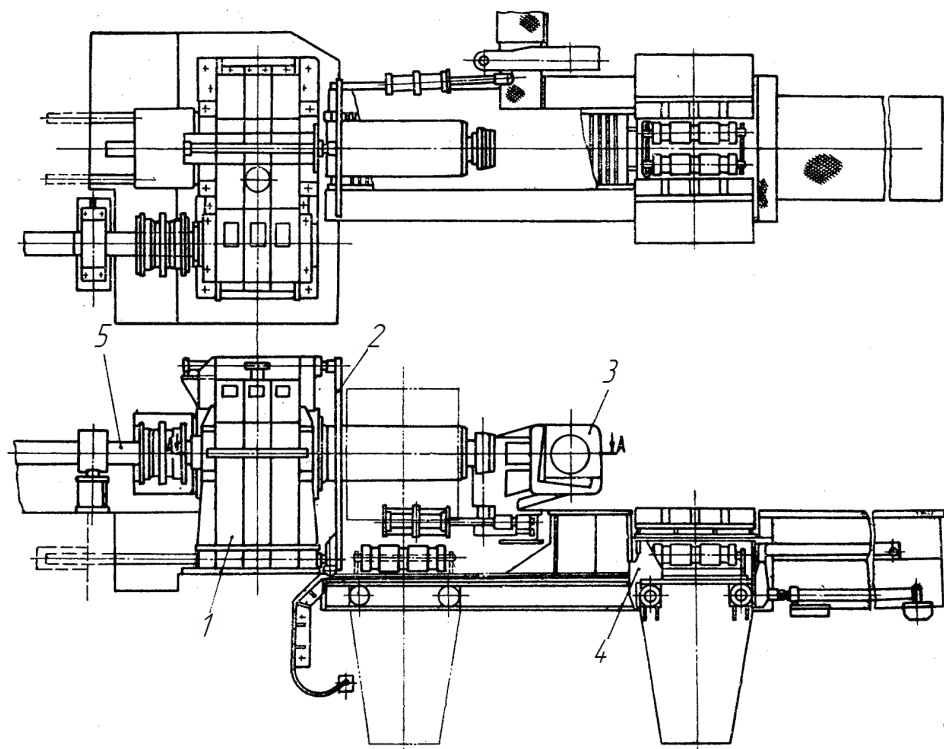


Рис. 15. Моталка

На грани 12 пирамидального вала 11 опираются четыре сегмента 16, которые своими наружными поверхностями образуют цилиндрическую поверхность барабана. Направляющими для сегментов служат прикрепленные к граням пирамид шпонки 17, имеющие форму ласточкина хвоста. Изменение диаметра барабана производится за счет осевого перемещения пирамидального вала, связанного с поршнем силового гидроцилиндра 18 двойного действия, при этом сегменты движутся в радиальном направлении за счет эффекта клина (угол наклона пирамид равен  $8^\circ$ ). Подвод рабочей жидкости к силовому гидроцилиндру осуществляется с помощью вертлюга 19. От осевого перемещения сегменты удерживаются фланцем или обоймой, состоящей из двух половин.

В один из четырех сегментов моталки вмонтирован механизм зажима полосы. Передний конец полосы на заправочной скорости заправляется в зев механизма зажима 24 передней моталки и зажимается губками 20, 21 при помощи гидравлических цилиндров 22 односторон-



него действия; после намотки 0,5–1 витков создается переднее натяжение между клетью и барабаном моталки, величина которого зависит от размеров полосы и числа (номера) прохода в пределах 12–500 кН (1,2–50 т). Затем стан переводят на заданную максимальную скорость прокатки (до 6 м/сек).

Перед выходом заднего конца полосы из разматывателя стан и моталку необходимо перевести на заправочную скорость, на которой и прокатывать конец полосы; после чего стан остановить, все механизмы стана и моталок переключить на реверсивную работу, заправить задний конец полосы на заправочной скорости в заднюю моталку и начинать второй проход. Прокатка ведется до тех пор, пока не получится заданная толщина полосы.

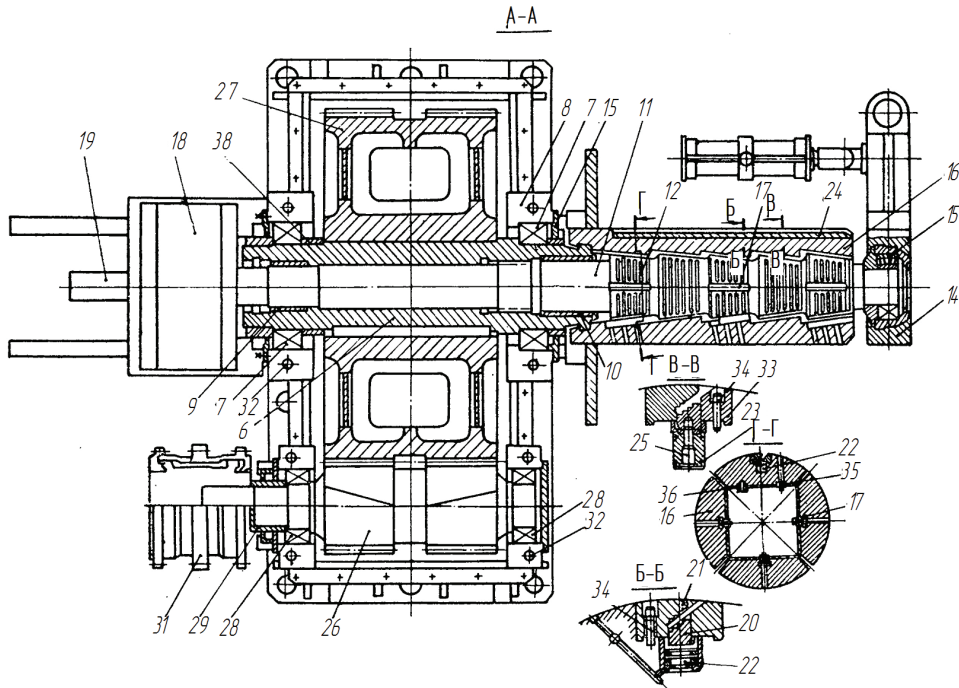


Рис. 16. Барабан моталки

Замедление и остановка моталок (стана) перед их реверсированием или по окончании прокатки производится автоматически при помощи счетчика витков полосы или же специальным механизмом точного останова, который исключает преждевременный перевод стана на заправочную скорость и облегчает работу оператора.

Разжатие (освобождение) конца полосы из механизма зажима осуществляется после прекращения подачи давления в систему зажима путем противодействия пружин 23, которые, действуя на защемленный стержень 25, выталкивают масло из малых цилиндров 22; при этом открывается зев механизма зажима барабана моталки и производится снятие рулона с барабана специальным снимателем рулонов.

Цилиндры 22 механизма зажима полосы специальными полостями соединены с силовым гидроцилиндром 18 изменения диаметра барабана так, что когда в него подается давление, оно также подается и в цилиндры механизма зажима, т. е. увеличение диаметра барабана и момент зажима полосы происходят одновременно.

Приведенная конструкция барабана моталки обеспечивает автоматическое сжатие его в процессе намотки прокатываемой полосы, что позволяет понижать давление металла на барабан, которое увеличивается по мере увеличения числа витков и может превзойти предел прочности барабана. Максимальное натяжение, создаваемое моталкой, — 50 т.

Принцип действия механизма автоматического сжатия диаметра барабана показан на схеме (рис. 17).

Давление силового гидроцилиндра расширения-сжатия регулируется настройкой редукционного клапана PRV-1, который должен быть настроен на максимальное давление  $45 \text{ кг/см}^2$ . В момент, когда давление под воздействием намотки превзойдет давление, на которое настроен редукционный клапан PRV-1, обратный клапан CV-1 закрывается — получается замкнутый поток между обратным клапаном и силовым гидроцилиндром барабана. Давление масла будет увеличиваться по мере наращивания рулона. Для обеспечения необходимого регулируемого сжатия барабана в схему включен предохранительный (разгрузочный) клапан RV-1, который должен настраиваться на давление  $50 \text{ кг/см}^2$ . При превышении указанного давления — разгрузочный клапан RV-1 открывается, сбрасывая часть масла из силового гидроцилиндра. Это позволяет пирамидальному валу (пирамиде) несколько менять свое положение и снижать нагрузки на пирамиде.

Сжатие (уменьшение) барабана моталки не превышает 1–2 мм на диаметр и происходит непрерывно в течение всего процесса наращивания рулона.

Моталка (рис. 18) отличается от моталки (см. рис. 15) конструктивным оформлением корпуса и системой привода барабана, кото-



рый может приводиться в действие (вращаться) от двух или одного электродвигателя в зависимости от толщины прокатываемой полосы и натяжения.

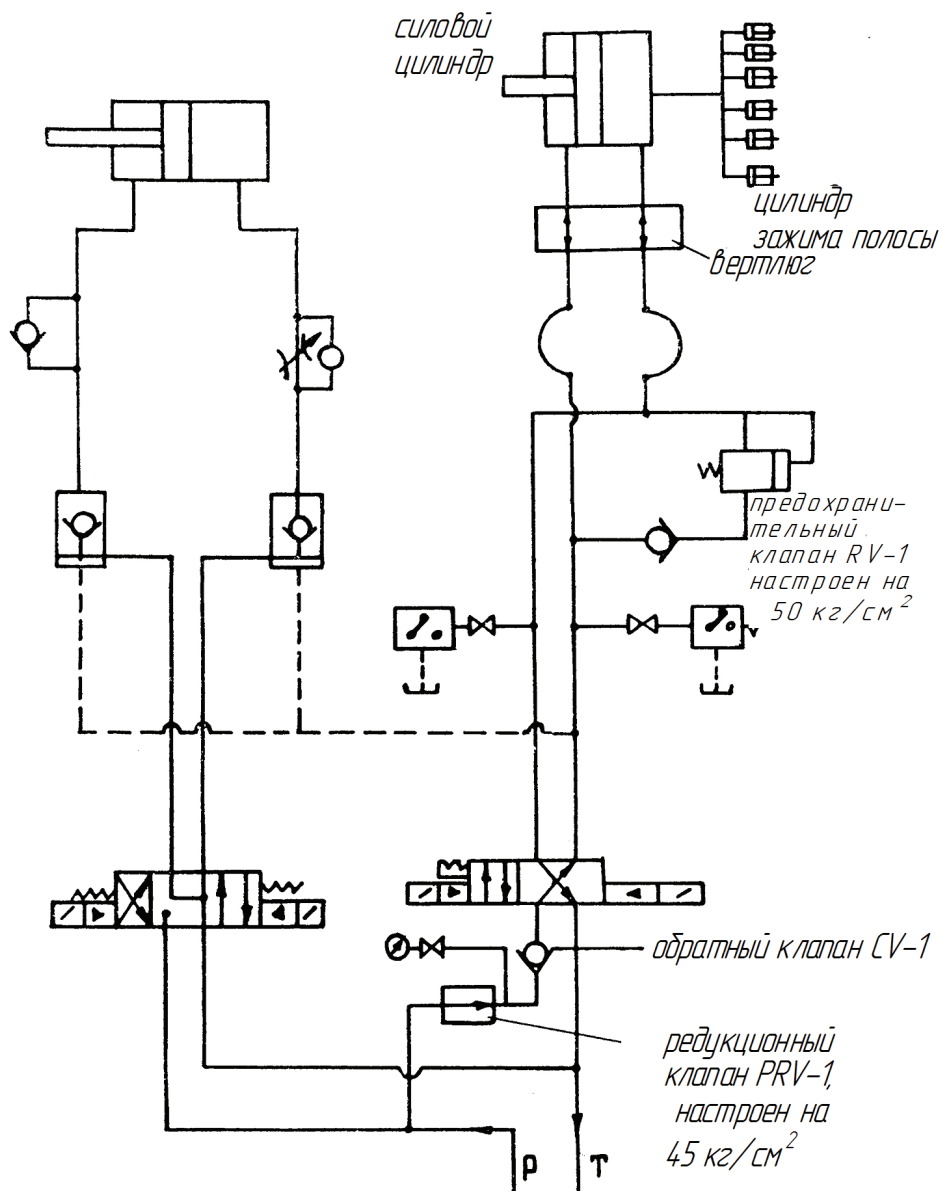


Рис. 17. Схема механизма автоматического сжатия барабана

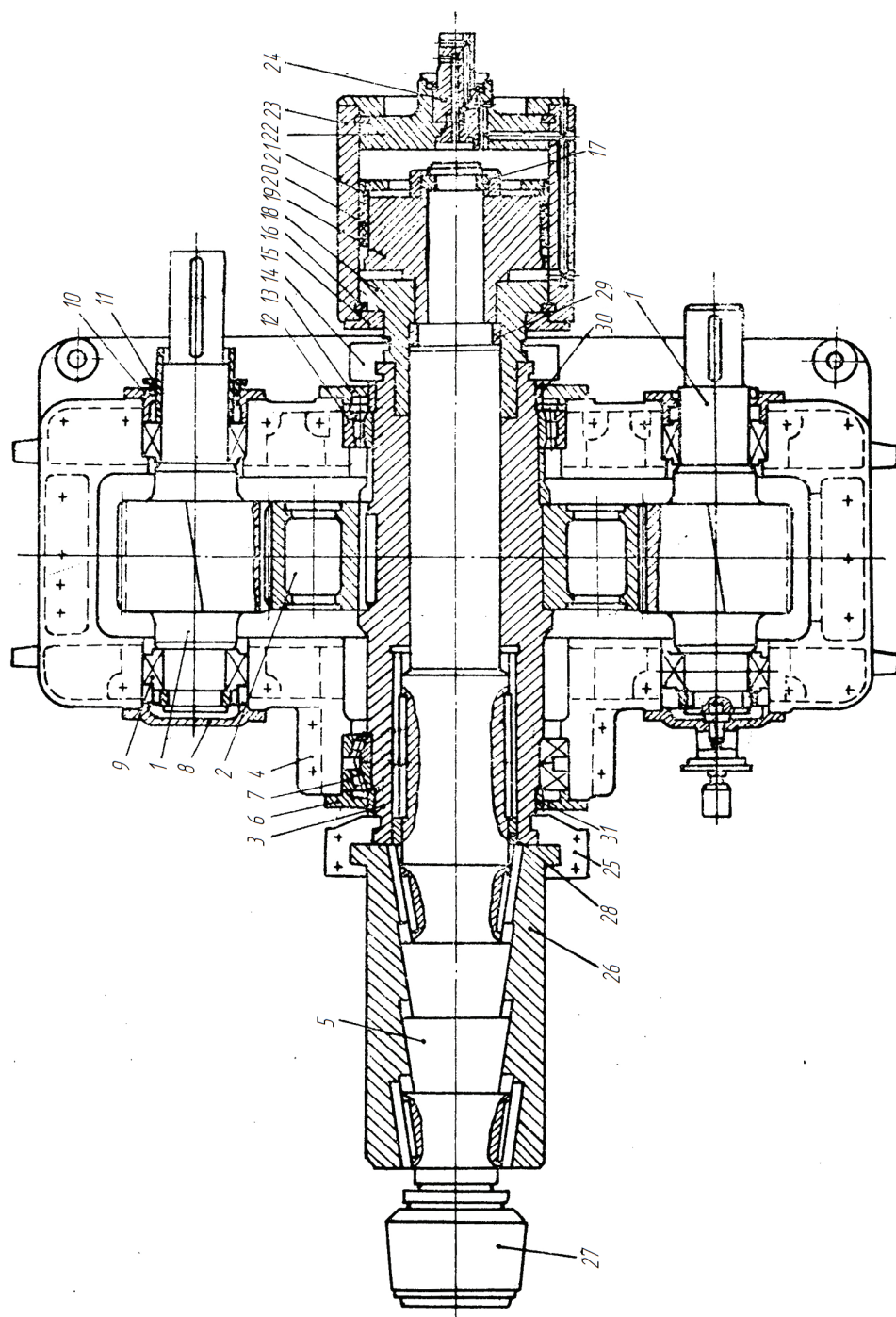


Рис. 18. Моталка

Вращение барабана моталки производится через две ведущие шестерни 1, находящихся в зацеплении с центральным зубчатым колесом 2, насаженным на полый вал 3 корпуса редуктора 4 и составляющим одно целое с барабаном 5.

При прокатке широкой и толстой полосы с большим натяжением в работу включаются два или один двухъякорный электродвигатель. При прокатке узкой и тонкой полосы двухъякорные электродвигатели отсоединяются от редуктора и включают только электродвигатель вращения центрального зубчатого колеса. Отключение электродвигателей производится с пульта управления станом.

При такой системе привода моталок уменьшается маховый момент и облегчается регулирование натяжения в переходных режимах.

В отличие от приведенных конструкций моталок (см. рис. 15, рис. 18) — барабан моталки (рис. 19) конструктивно отличается механизмами изменения диаметра барабана и зажима конца полосы.

Сегменты 21 с помощью фланца 28, при осевом перемещении штанги 29 от силового гидроцилиндра 5 (в сторону редуктора), перемещаются в радиальном направлении (вверх) по наклонным граням пирамиды 30 полого вала 12, увеличивая диаметр барабана моталки; причем полусегменты 19, 20, скользящие по расположенным под углом к оси фигурным шпонкам 22, сближаются и зажимают своими губками 23, 24 конец полосы. При сжатии (уменьшении) барабана образуется между губками зев, достаточный для задачи в него конца полосы.

Смазка подшипников качения, зубчатых передач, редукторов, подшипников вала привода осуществляется от централизованной системы жидкой смазки.

Смазка поверхностей трения барабана (наклонные поверхности пирамиды и сегментов) втулок пирамидального вала, штанги толкателя — густая закладная (дисульфид-молибденовая) или МСБ-1, ИП-1 через масленки смазочных устройств.

Смазка зубчатых муфт валов привода моталок — густая закладная или МСБ-1, ИП-1.

Сниматель рулонов (рис. 20) смонтирован на корпусе редуктора моталки 1 (см. рис. 15) и состоит из массивной фигурной плиты 1 со сквозной расточкой (через которую свободно проходит барабан моталки), нижняя часть которой закреплена на двух направляющих штангах 2 штифтами 3 и через скаты 4 опирается на направляющие 5.

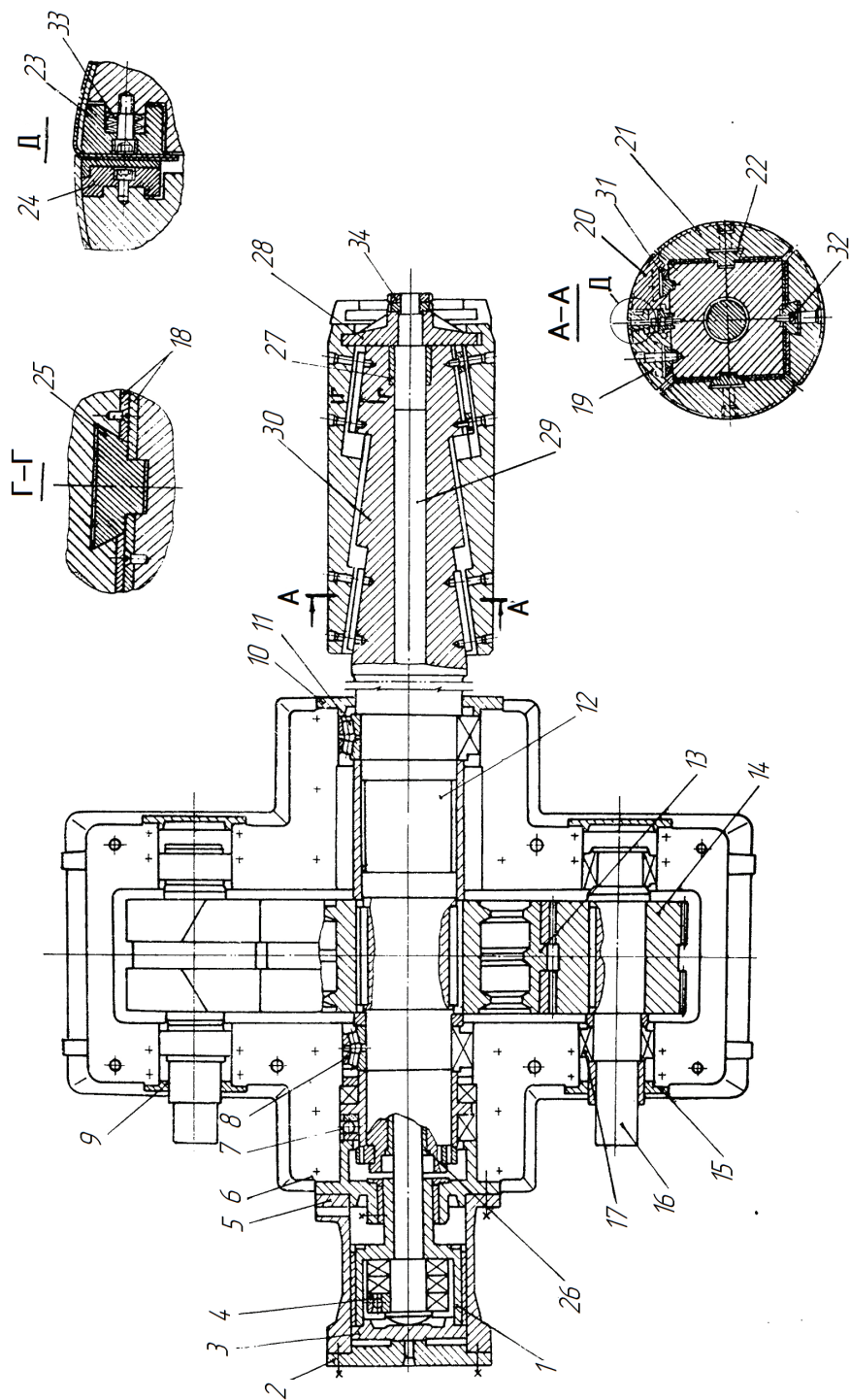


Рис. 19. Моталка

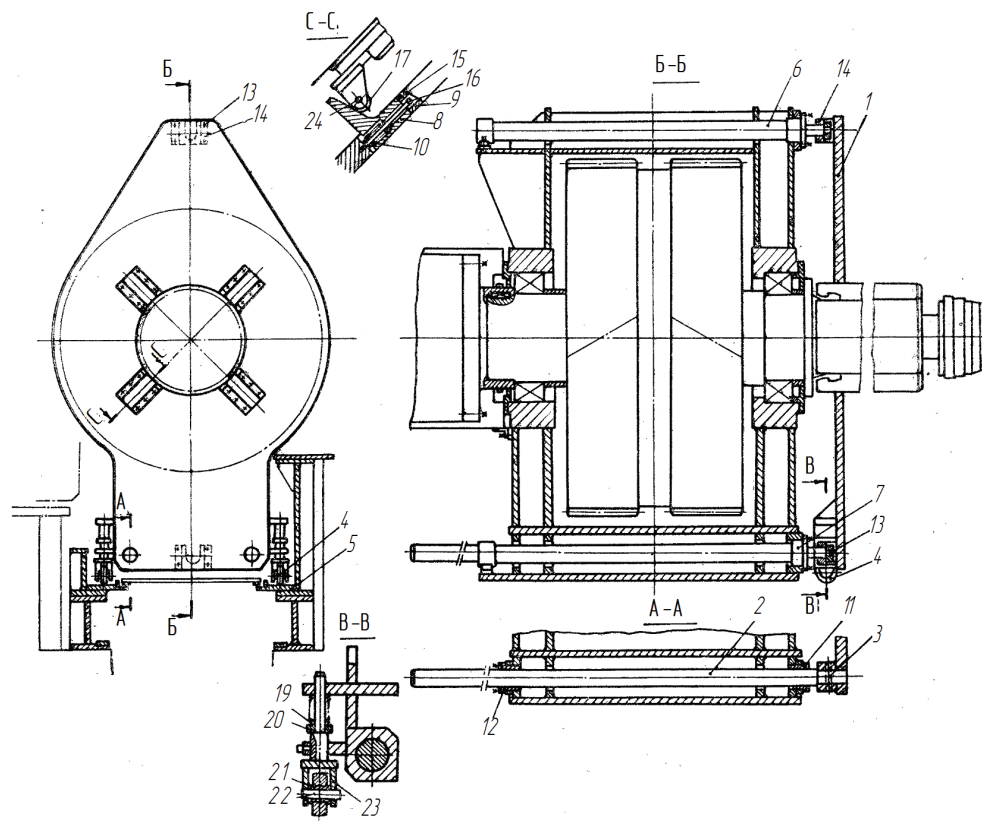


Рис. 20. Сниматель рулонов

В прямоугольных пазах расточки вмонтированы четыре кулачка 8 с бронзовыми сухарями 9 так, чтобы их оси и оси соответствующих им сегментов барабана моталки совпадали. Кулачки под действием пружин 10 в момент снятия рулона прижимаются к наружной поверхности сжатого барабана моталки, препятствуя этим застреванию первого внутреннего витка рулона в зеве механизма зажима полосы.

Перемещение снимателя по оси барабана моталки осуществляется двумя гидравлическими цилиндрами 6, 7, закрепленными на корпусе моталки. Сниматель, перемещаясь по оси барабана, своей фигурной плитой поджимает задний торец рулона, препятствуя смещению его витков друг относительно друга.

В отличие от приведенной конструкции снимателя рулонов (см. рис. 20), съем рулонов с барабана моталки может производиться снимателем конструкции вилочного типа (рис. 21).

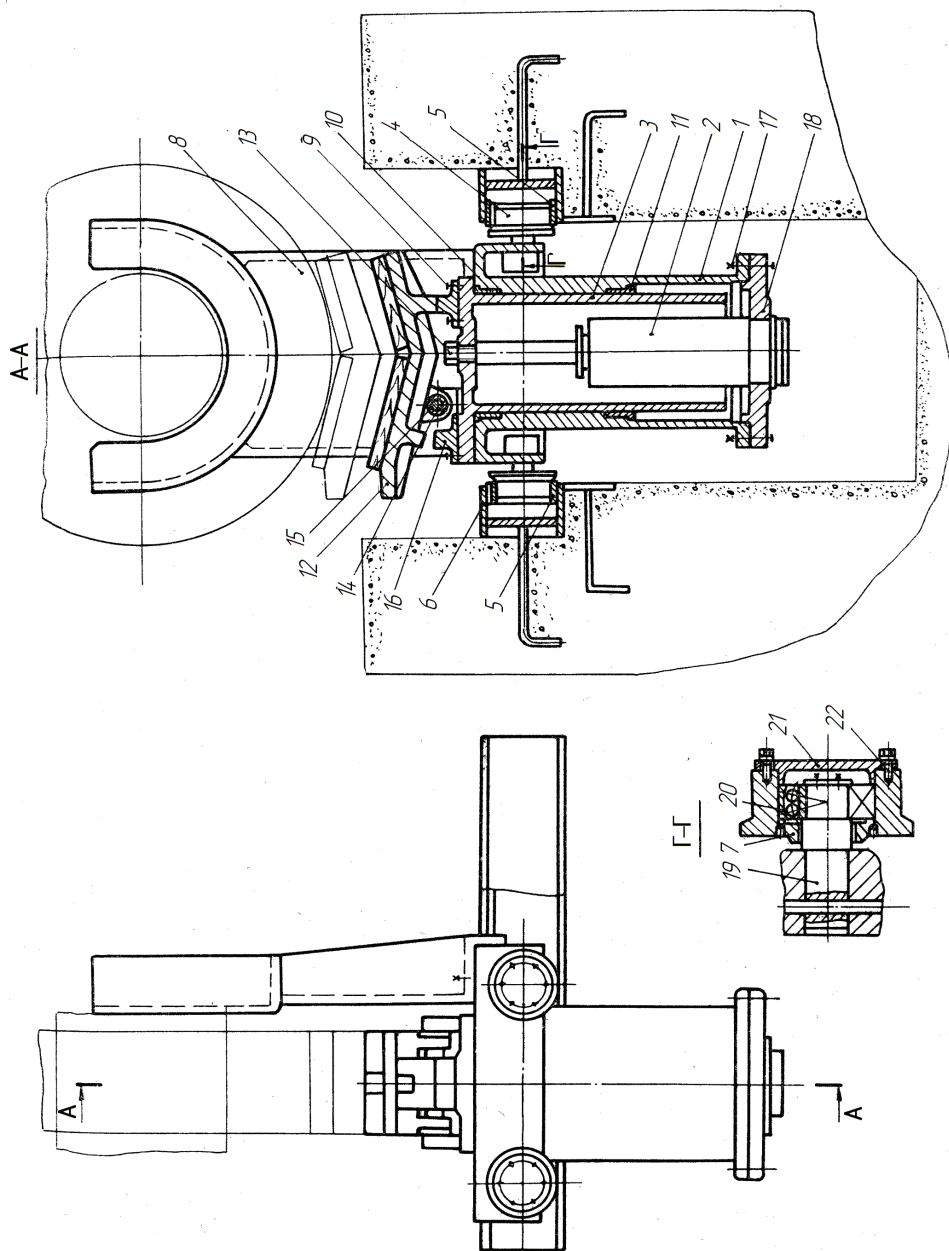


Рис. 21. Сниматель рулонов (вилочный)

Сниматель рулонов (см. рис. 21) состоит из подъемного стола 3, который представляет собой полую гильзу со встроенным гидравлическим цилиндром 2, на плунжере которого закреплена плита 12 подъемного стола.

Гидравлический цилиндр 2 вмонтирован в корпус подвижной тележки 1. Тележка 1 перемещается на четырех катках 4 по направляющим 5, установленным внутри балки 6. Приводом тележки служит гидравлический цилиндр горизонтального перемещения.

На передвижной тележке 1 укреплены болтами вилка 8, охватывающая половину диаметра барабана моталки, с помощью которой при передвижении тележки производится снятие рулона с барабана моталки. После того, как рулон снят с барабана и опущен до уровня приемного склиза, дополнительным движением стола он сталкивается в приемный склиз.

При такой конструкции снимателя над барабаном моталки устанавливается прижимной ролик, предотвращающий распушивание рулона при выходе полосы из клетки или при обрыве ее. Привод прижима для подъема и опускания ролика осуществлен от пневматического цилиндра. Ролик установлен в рамке, перемещающейся в вертикальных направляющих стойки.

Смазка подшипников качения, поверхностей трения подъемного стола — густая закладная (дисульфид-молибденовая), втулок опорных колец фигурной плиты и направляющих штанг снимателя — маслом МСБ-1, ИП-1 через масленки.

Откидная (поворотная) опора 1 (рис. 22) предназначена для восприятия усилия составляющей от веса рулона и натяжения при намотке; она является опорой барабана моталки в момент прокатки и смотки полосы и состоит из рамы 2, оси 3 и стальной втулки 4. Внутренняя поверхность втулки для облегчения одевания откидной опоры на втулку подшипника 5 пирамидального вала моталки имеет две контактные ступенчатые поверхности, обеспечивающие плотное прилегание втулки подшипника по контактным поверхностям.

Откидная опора 1 (до заправки в зев барабана моталки конца полосы) приводится в движение гидравлическим цилиндром 5 и, поворачиваясь на оси 3, заходит своей расточкой на втулку концевого подшипника, закрепляя конец вала барабана моталки для последующей смотки рулона.



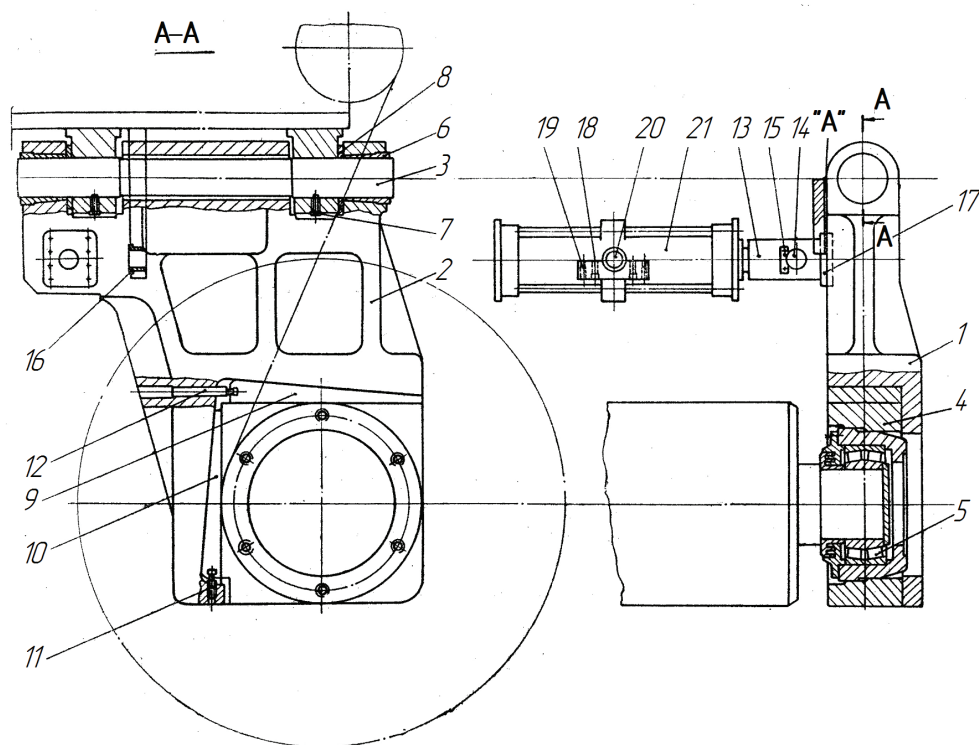


Рис. 22. Откидная (поворотная) опора

Смазка подшипника откидной опоры — густая закладная ИП-13, втулок оси МСБ-1 либо ИП-1 — через масленки.



## 5. Устройства для подачи и регулирования натяжения полосы

---

Со стороны входа и выхода полосы из рабочей клетки (рис. 23) установлены опорные (дефлекторные) ролики и устройства замера натяжения полосы (см. рис. 23), рамы 18 которого посредством болтов и клиньев крепятся к станине рабочей клетки.

Опорные (дефлекторные) ролики 2 предназначены для выравнивания полосы перед смоткой в рулон, а также устранения влияния изменения угла сматывания (в диапазоне от  $23^\circ$  до  $44^\circ$ ) в процессе смотки и передачи усилия натяжения устройству замера натяжения 7, 8.

Под воздействием усилия натяжения полосы опорный ролик 2 (рис. 23) через хвостовик корпуса 16 несколько поворачивает опорную балку 3 на осях 4, 5 станины 6. Балка 3, поворачиваясь на осях станины, оказывает воздействие на месдозы 7, 8, импульс которых передается на сельсин-приемник со шкалой с градуировкой усилий натяжения. В зависимости от величины показаний регулируется усилие натяжения полосы.

На опорной балке 3 для удаления с полосы масла и мелких металлических частиц, окалины, грязи смонтирован вытиратель 9, который клиновым механизмом 10 прижимает мягкий элемент 11 к бочке ролика и удаляет загрязнения.

Смазка подшипников осей качения опорной балки, подшипников ролика — густая (МСБ-1 или ИП-1), через масленки.

### 5.1. Механизм прижима

---

Над опорным (дефлекторным) роликом 1 (рис. 24) установлен прижимной ролик 2, предназначенный для облегчения задачи переднего конца полосы или ее оборвавшейся части в рабочую клетку стана.

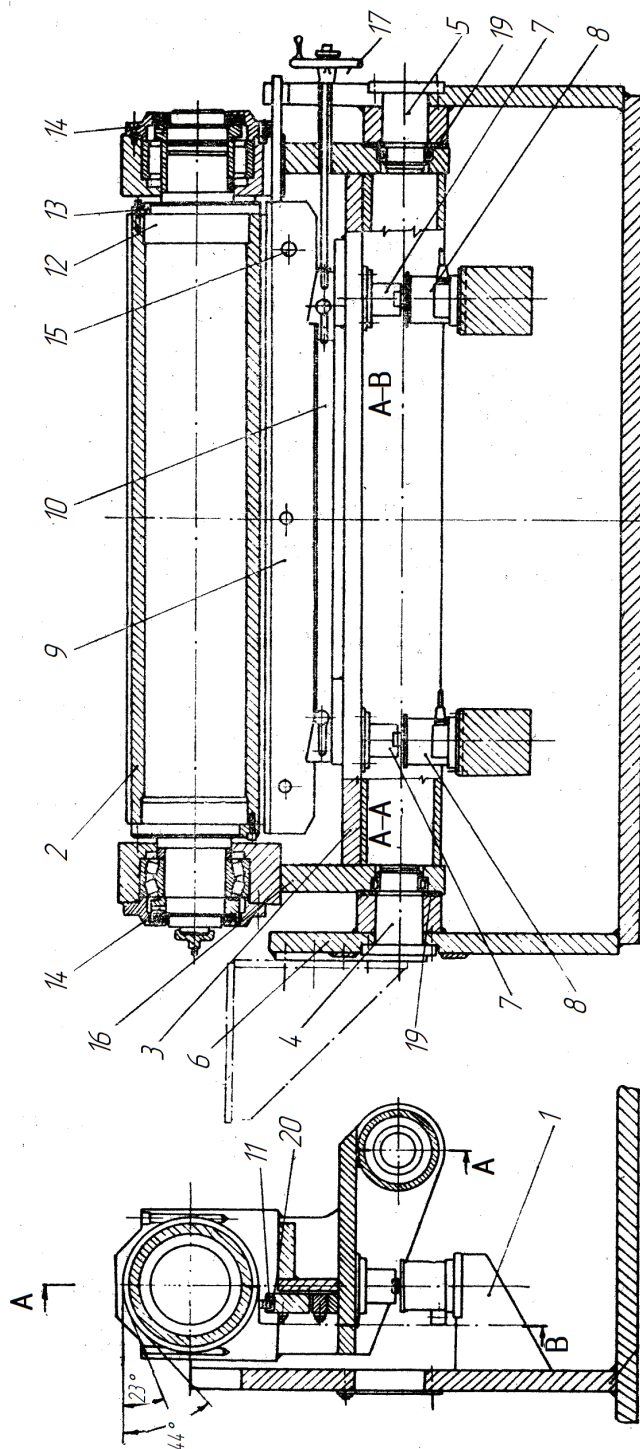


Рис. 23. Устройство регулирования натяжения полосы

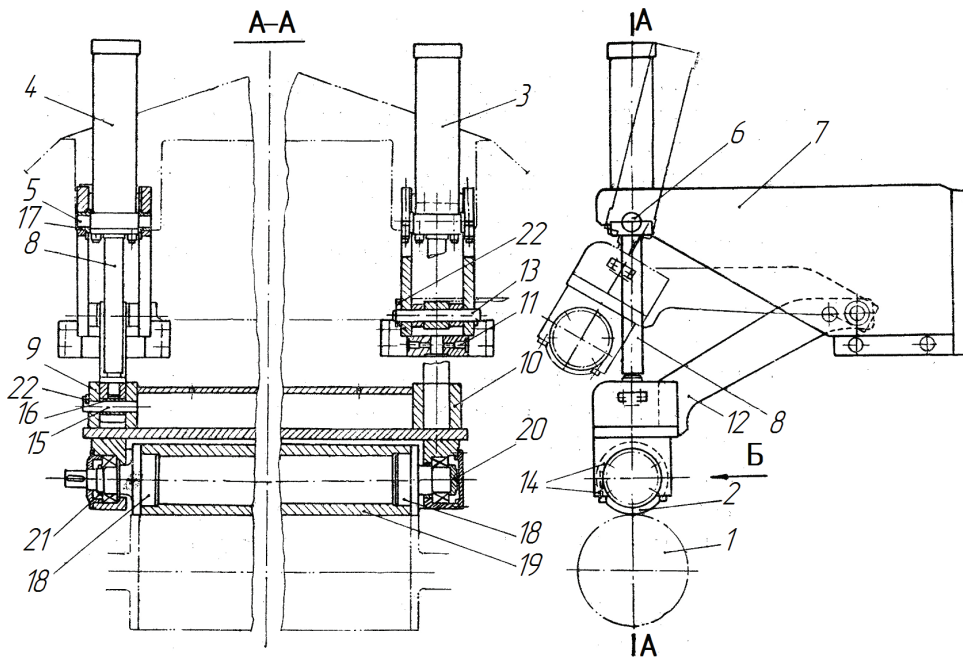


Рис. 24. Механизм прижима

Подвод и отвод прижимного ролика к опорному осуществляется от гидравлических цилиндров 3, 4 двухстороннего действия, установленных на цапфах 5, 6 консольной траверсы 7. Штоки 8 гидроцилиндров при помощи головок 9 крепятся к раме 10 прижимного ролика, которая через шарниры 11, рычаги 12 и пальцы 13 соединена с консольной траверсой.

При подаче рабочего давления в гидроцилиндры рама с прижимным роликом отводится от опорного ролика в крайнее (верхнее) положение. После подвода конца полосы в рабочую зону роликов прижимной ролик 2 усилием гидроцилиндров 3, 4 подводится к опорному и прижимает конец полосы. После прижатия полосы включается привод вращения прижимного ролика.

Вращение прижимного ролика 2 (рис. 25) осуществляется от фланцевого электродвигателя 23 через редуктор 24, электромагнитную муфту 25, промежуточный вал 26 и карданный вал 28.

Электромагнитная муфта предназначена для отключения ролика от привода вращения, когда передний конец (или оборвавшаяся часть) полосы задан в валки стана.

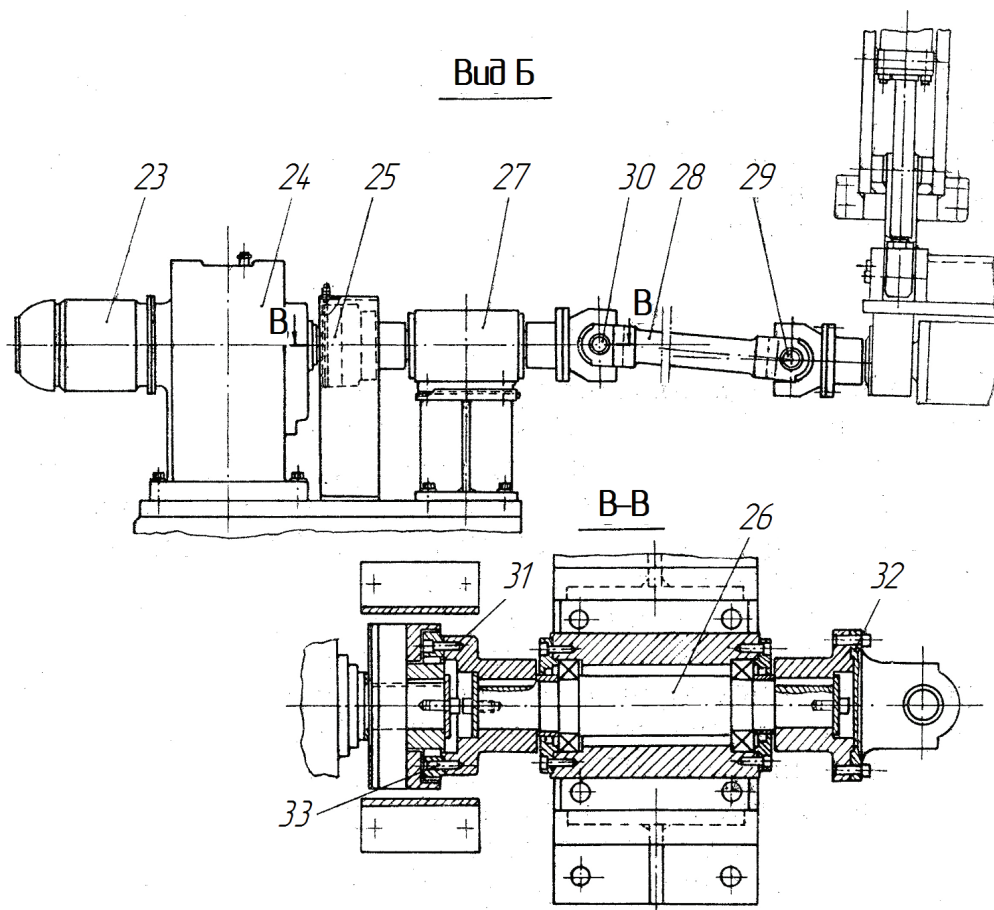


Рис. 25. Привод прижимного ролика

Смазка редуктора привода — жидкая заливная (МС-14); подшипников качения ролика, промежуточного вала и карданного вала — густая (ИП-1 либо МСБ-1), через масленки; втулок шарнирных соединений — густая закладная (ИП-1).

## 6. Вытиратели полосы

**М**еханизмы вытирателя полосы (рис. 26) установлены перед входным и выходным окнами станины клетей (рис. 32, 33) и предназначены для удаления (съем) масла с поверхности полосы, выносимого из клетки стана в процессе ее прокатки.

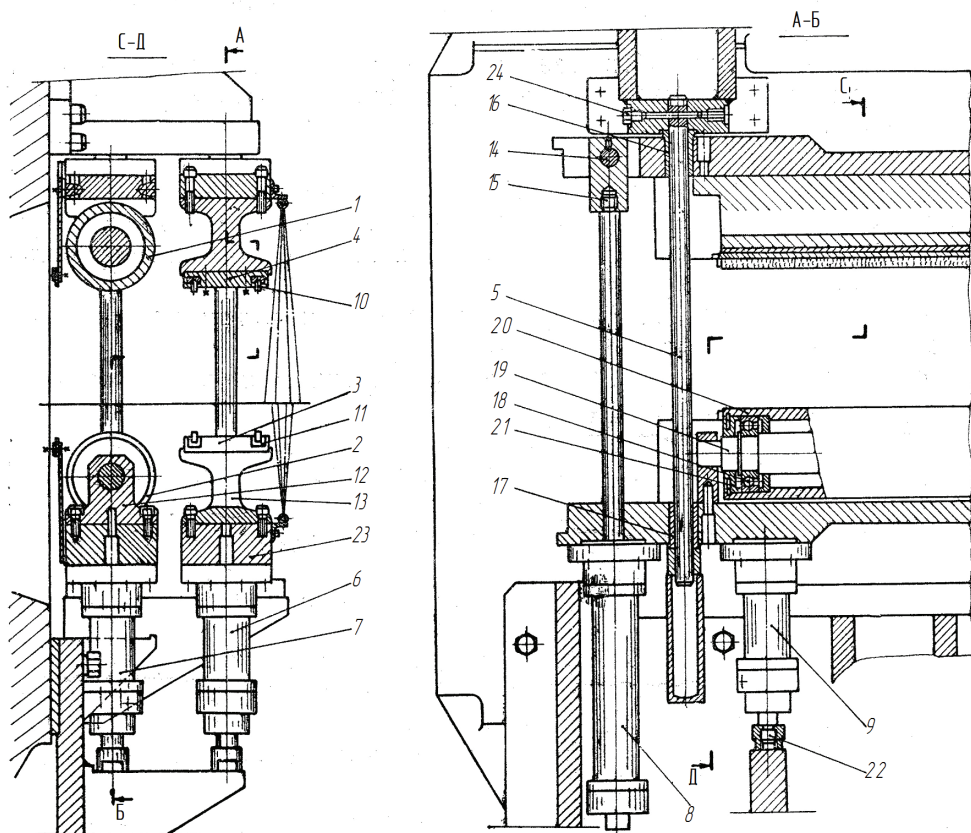


Рис. 26. Механизм вытирателя

Каждый из механизмов вытирателя полосы состоит из двух частей: верхнего и нижнего отжимных роликов 1, 2 и кассет 3, 4, синхронно перемещающихся в вертикальной плоскости по направляющим 5 при помощи четырех гидроцилиндров 6, 7, 9 одностороннего и 5 двухстороннего действия, которые создают необходимое усилие зажатия полосы отжимными роликами и кассетами. Полоса, двигаясь между закрытыми отжимными роликами и кассетами, очищается от масла и загрязнений с помощью мягких отжимных элементов 10 (войлок, резина и др.), встроенных в пазах 11 кассет 3, 4. При этом линия прохода полосы через вытиратели должна совпадать с линией прокатки.

Величина рабочего давления, создаваемого вытирателями при закрытом положении, указывается манометром регулируется редукционным клапаном, и не должна превышать 20 атм.

В исходном открытом положении зазор между полосой и верхними отжимными роликами и кассетой составляет 250 мм, между полосой и нижними отжимными роликами и кассетой — 60 мм. Смазка подшипников качения роликов вытирателей — густая (МСБ-1 или ИП-1), через масленки.

## 7. Главная линия стана

**П**ривод валков рабочей клетки 11 (рис. 27) осуществляется от спаренных электродвигателей 1, 2 постоянного тока, соединенных посредством промежуточных соединений 3, 4, которые передают через промежуточный вал 5, зубчатую муфту 6, шестеренную клетку 7, шпиндели 8, крутящий момент приводным валкам 9, 10. Рабочие валки и вся валковая система вращается за счет трения от приводных роликов.

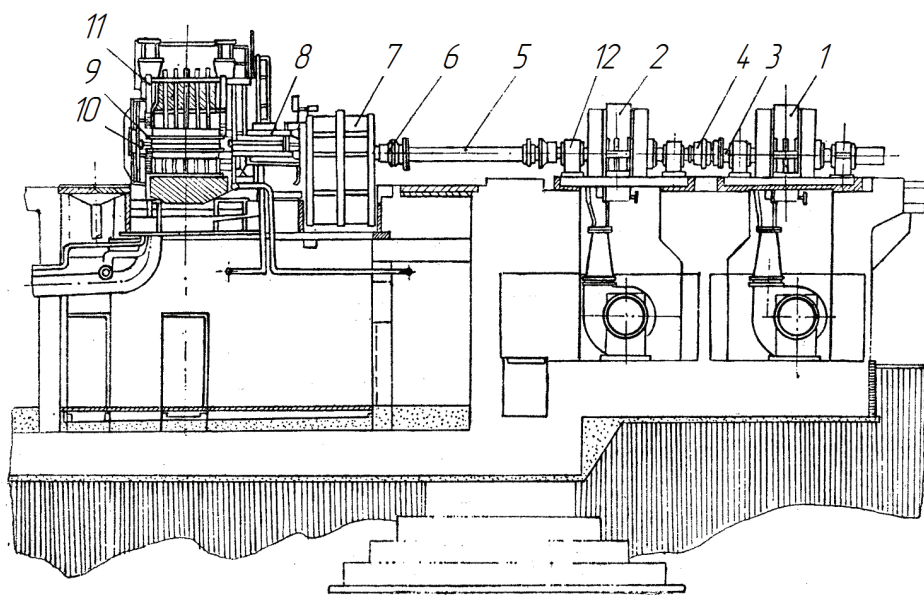


Рис. 27. Привод валков рабочей клетки

Шестеренная клетка (рис. 28) с пятью валками предназначена для разделения крутящего момента, получаемого от двух спаренных электродвигателей для одной клетки и передачи его через шпиндели приводным валкам.



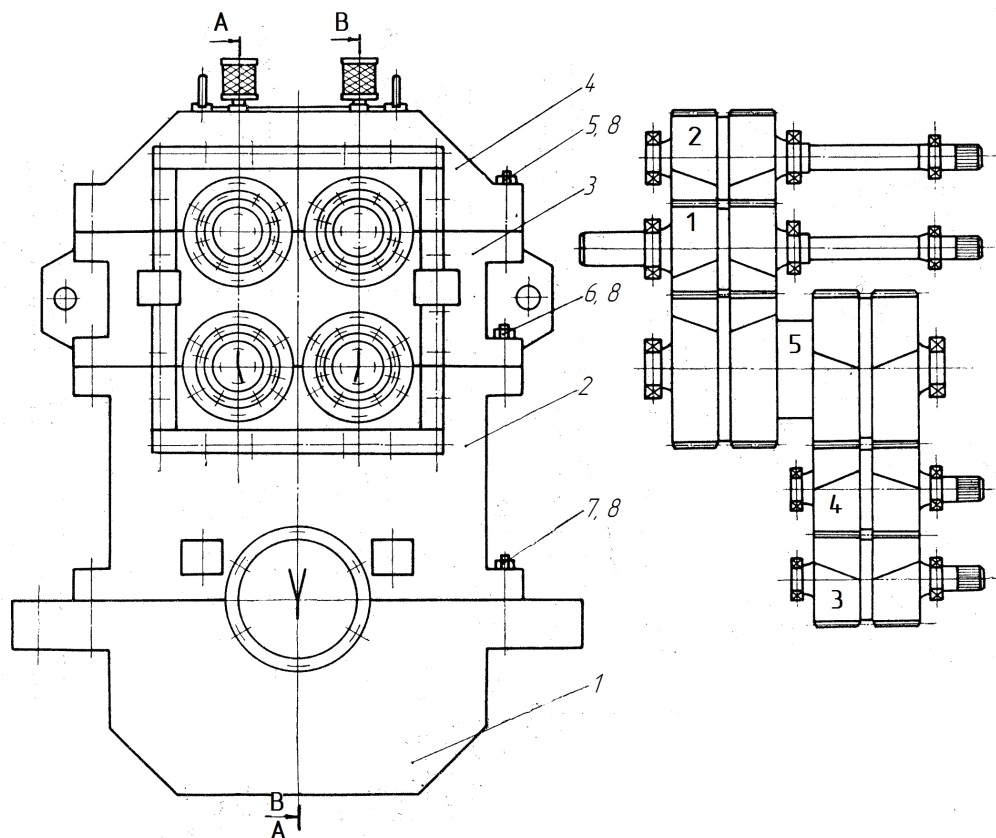


Рис. 28. Шестеренная клеть

Шестеренная клеть состоит из картера 1, нижнего и среднего разъемов 2, 3, крышки 4, стянутых болтами 5, 6, 7. В расточках сборного корпуса шестеренной клетки установлены на подшипниках качения 9, 10, 11, 12, 13 (рис. 29) шестеренные валки 14, 15, 16, 17, 18. Шестеренные валки имеют шевронную нарезку зубьев с нормальным модулем ( $m = 12$ ).

Смазка подшипников и зубчатого зацепления шестеренной клетки централизованная, жидкая циркуляционная — под давлением; смазка зубчатых муфт 19, 20 и коренной муфты 6 (см. рис. 27) — битумная закладная (ОЗП-1) или Вапор.

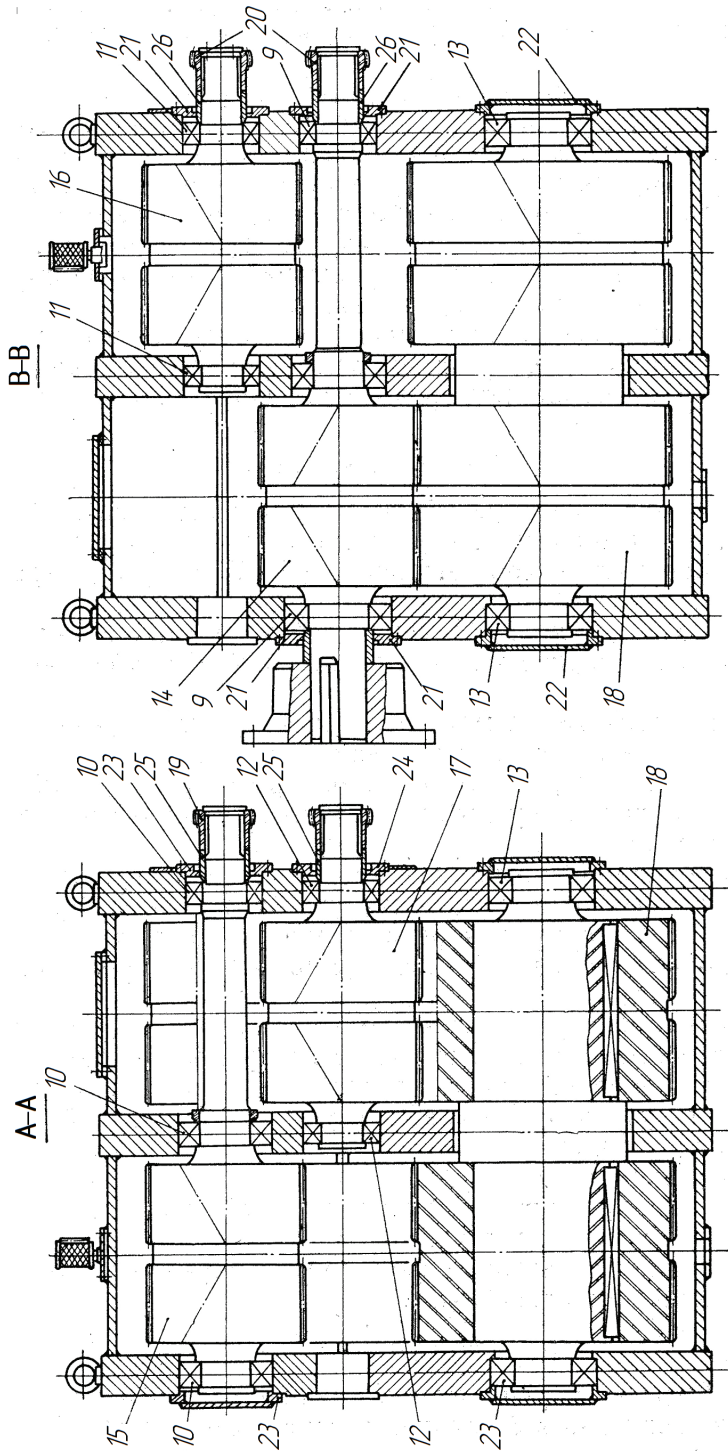


Рис. 29. Шестеренная клетка

## 8. Шпиндельные устройства

**Ш**пиндельные устройства I, II типа (рис. 30, 31) служат для передачи вращения от шестеренной клетки вторым промежуточным (приводным) валкам рабочей клетки при изменяющемся расстоянии между осями рабочих валков.

На двадцативалковых станах между рабочей и шестеренной клетями (см. рис. 30) устанавливаются две пары шпинделей — верхняя 1, нижняя 2 с муфтами 4, 5 кулачкового типа, что позволяет передавать большие крутящие моменты и проводить быструю замену валков. В муфты шпинделей для восприятия осевых нагрузок встроены специальные сферические подпятники 7, 8, 9, 10.

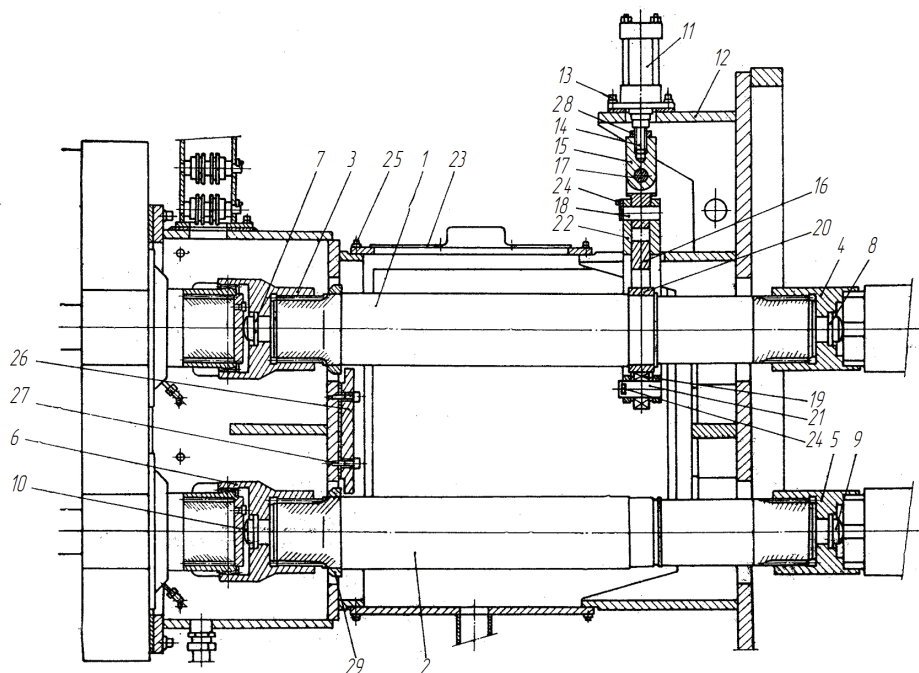


Рис. 30. Шпиндельное устройство (I типа)

Каждый из шпинделей верхней пары уравнивается с помощью двух гидроцилиндров 11, закрепленных болтами 13 на корпусе 12 шпиндельного устройства.

Штоки гидроцилиндров своими хвостовиками 14, посредством резьбы, жестко связаны с вилками 15, шарнирно соединенными с уравнивающими подвесками 16. В нижней части уравнивающих подвесок смонтировано по два подшипника качения 19, на которые через кольца 20 опираются шпиндели. Усилие от массы шпинделя через подшипники, подвеску и хвостовик штока воспринимается каждым из двух гидроцилиндров, которые и уравнивают шпиндели.

Шпиндельное устройство типа (см. рис. 31) состоит из пустотелых шпинделей 1, 2, 3, 4 с кулачковыми головками, внутри которых вмонтированы полусферы 5, 6 для восприятия осевых усилий подпятниками 7, 8 муфт 9, 10, 11, 12.

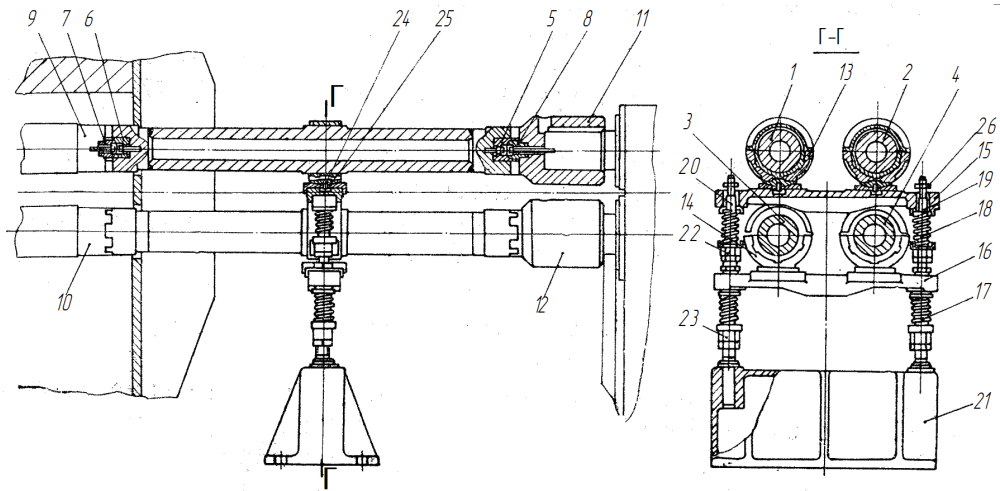


Рис. 31. Шпиндельное устройство (II типа)

Шпиндели поддерживаются в средней части подшипниками скольжения 13, 14 с баббитовой заливкой, установленными на траверсах 15, 16. Траверсы под действием спиральных пружин 17, 18 могут перемещаться в вертикальной плоскости по направляющим стойкам 19, 20 шпиндельного стула 21.

Смазка кулачковых муфт и головок шпинделей, упорных подпятников — густая закладная (дисульфид-молибденовая); осуществляется во время передалок вторых промежуточных валков.

## 9. Рабочая клеть

**Р**абочая клеть является основным агрегатом и служит для обжатия полосы до заданных размеров (тонких и тончайших лент).

Рабочая клеть многовалкового стана состоит из цельнолитой станины, валковой кассеты (комплекта рабочих и опорных валков), механизмов уравнивания валков, регулировки профиля, осевого перемещения валков, нажимных устройств; механизма регулировки крайних опорных роликов, устройств для натяжения полосы и других механизмов.

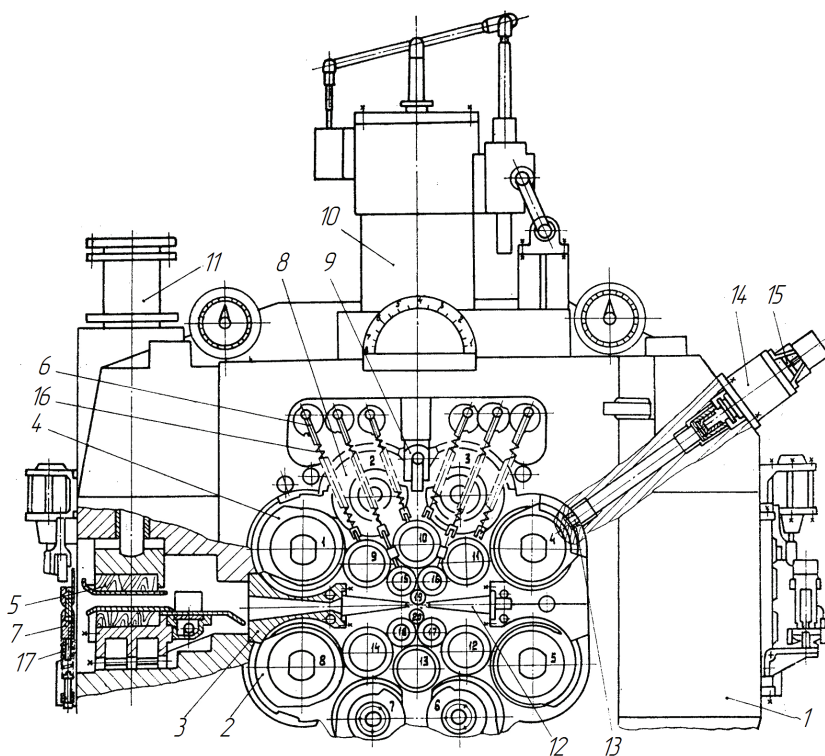


Рис. 32. Рабочая клеть

Рабочая клеть (рис. 32, рис. 33) 20-валкового стана представляет собой жесткую станину 1, выполненную в форме параллелепипеда. Станина имеет восемь сквозных цилиндрических расточек, в которых расположены кассеты 2, 4 (см. рис. 32), 2, 6 (см. рис. 33) с валками и два боковых прямоугольных отверстия для установки проводок 3, 8, пресс-проводок 5 (см. рис. 32, 33) соответственно.

В станине рабочей клетки, как показано на рис. 32, 33, установлено двадцать валков, кассеты которых расположены в две симметричные группы — верхнюю и нижнюю. Каждый из рабочих валков 19, 20 группы опирается на первые промежуточные валки 15, 16, 17, 18. Первые промежуточные — на вторые промежуточные валки 9, 10, 11, 12, 13, 14, которые в свою очередь опираются на опорные ролики (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 рис. 32; А, В, С, D, Е, F, G, Н, рис. 33). Валки 9, 11, 12, 14 — приводные.

Нижняя группа валков свободно опирается на нижние опорные ролики 5–6, 7–8 (Е–F, G–H), а верхняя группа валков уравнивающим устройством 6 (рис. 32), 1 (рис. 35) все время прижимается к верхним опорным роликам 1–2, 3–4 (А–В, С–D).

Все оси опорных роликов, за исключением осей 2–3 (см. рис. 32) и В–С (см. рис. 33), установлены на опоры с подшипниками скольжения, опоры осей 2, 3, В и С — на подшипниках качения.

Опорные ролики (рис. 34) состоят из осей 1, на которых по всей длине (концентрично) насажены по шесть четырехрядных роликовых подшипника 2 с толстостенными наружными кольцами (или двухрядные конические) специального исполнения. Наружные кольца, насаженные на вал роликовых подшипников, образуют бочку опорного ролика (валка) и соприкасаются со вторыми опорными валками. Между подшипниками на ось (эксцентрично) насажены узкие опоры 3, которые своими седлами 4 при установке опорного ролика в клеть опираются на расточки станины и при помощи специальных сегментных планок 3, 4 (рис. 33) закрепляют собранные ролики в расточках станины.

Первые и вторые верхние промежуточные валки с передней стороны клетки уравниваются с помощью пружин 16 (см. рис. 32); 3, 10 (см. рис. 35).

Механизм уравнивания валков предназначен для восприятия веса валков и постоянного прижатия верхних промежуточных и рабочего валка к опорным валкам, когда система валков находится в открытом положении.



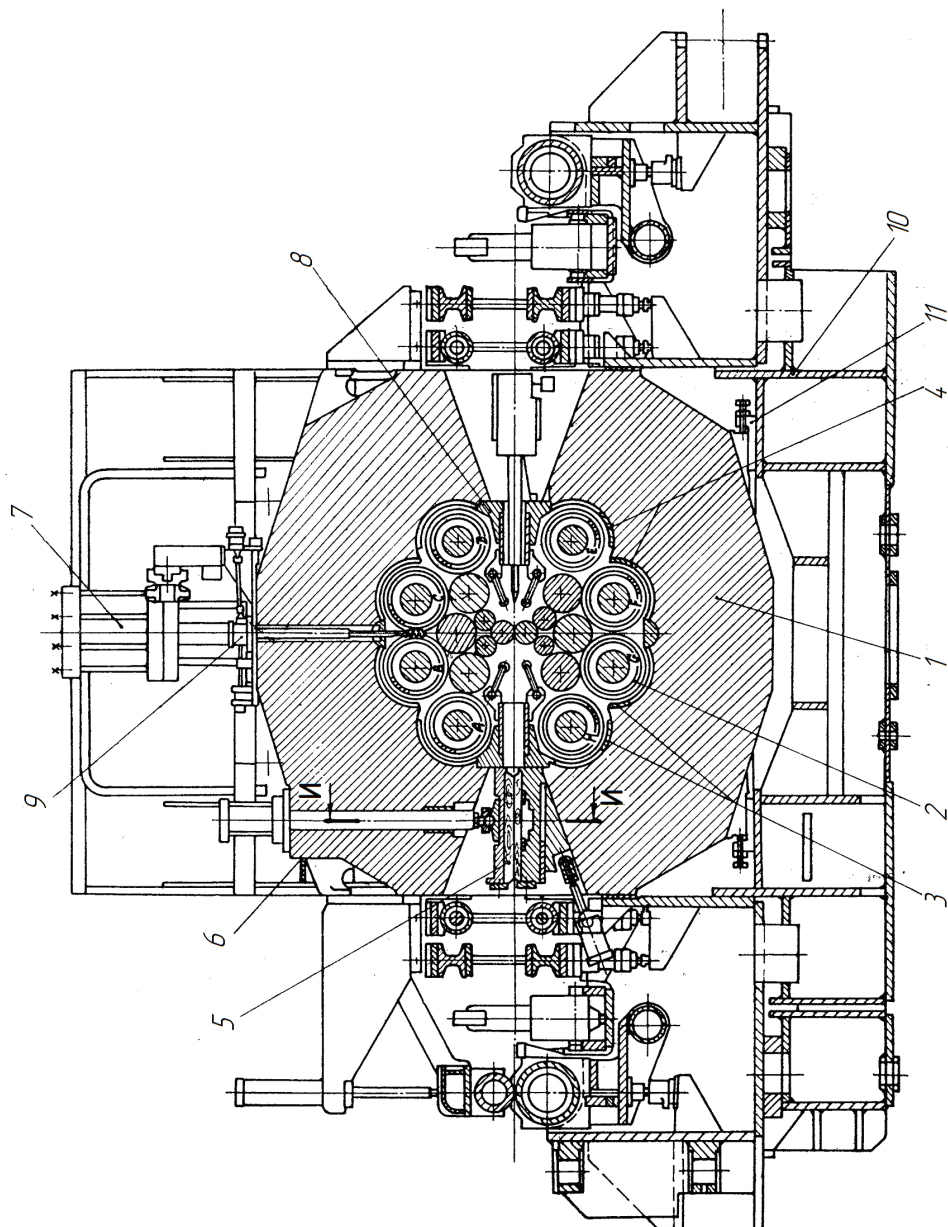


Рис. 33. Рабочая клеть



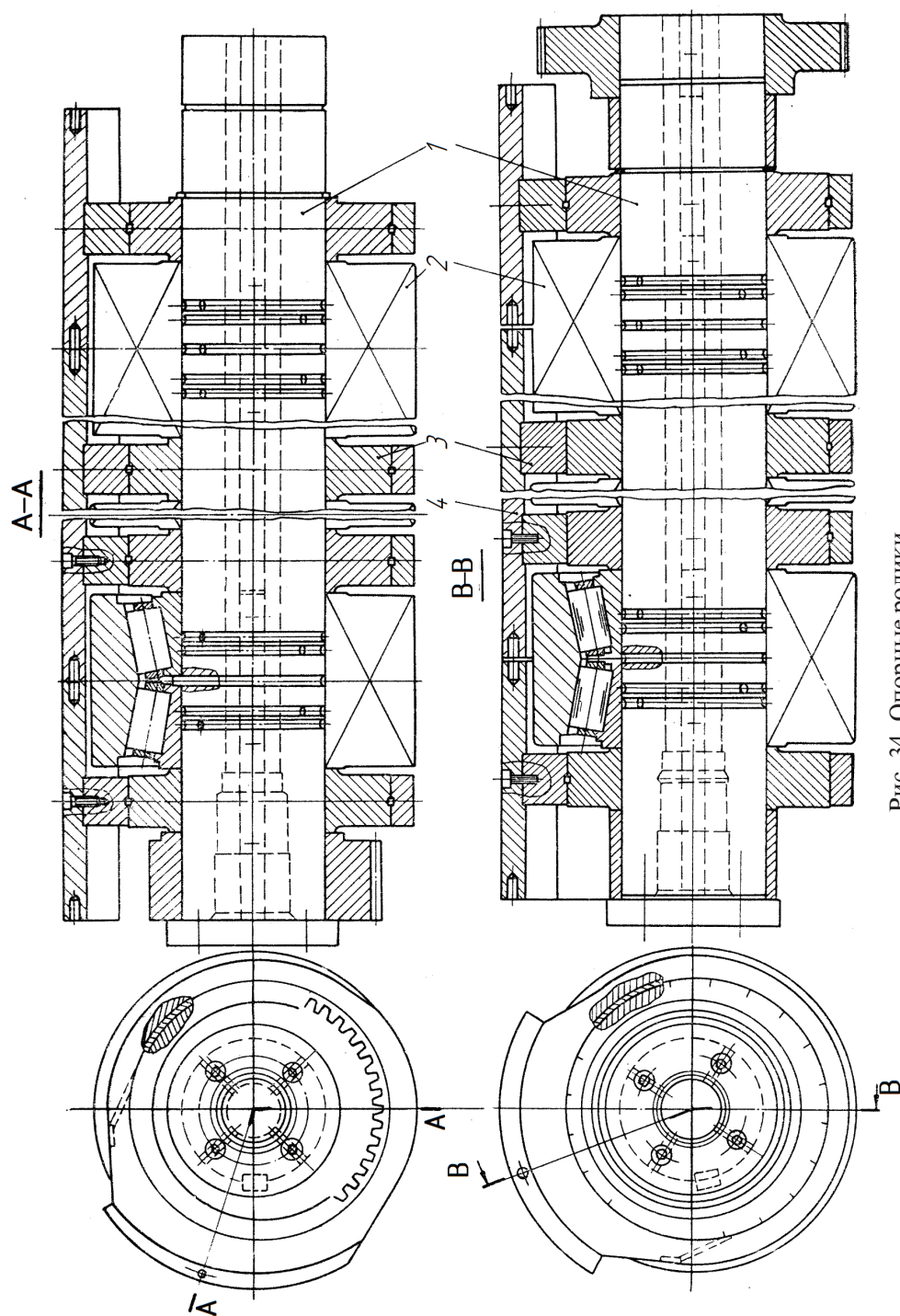


Рис. 34. Опорные ролики

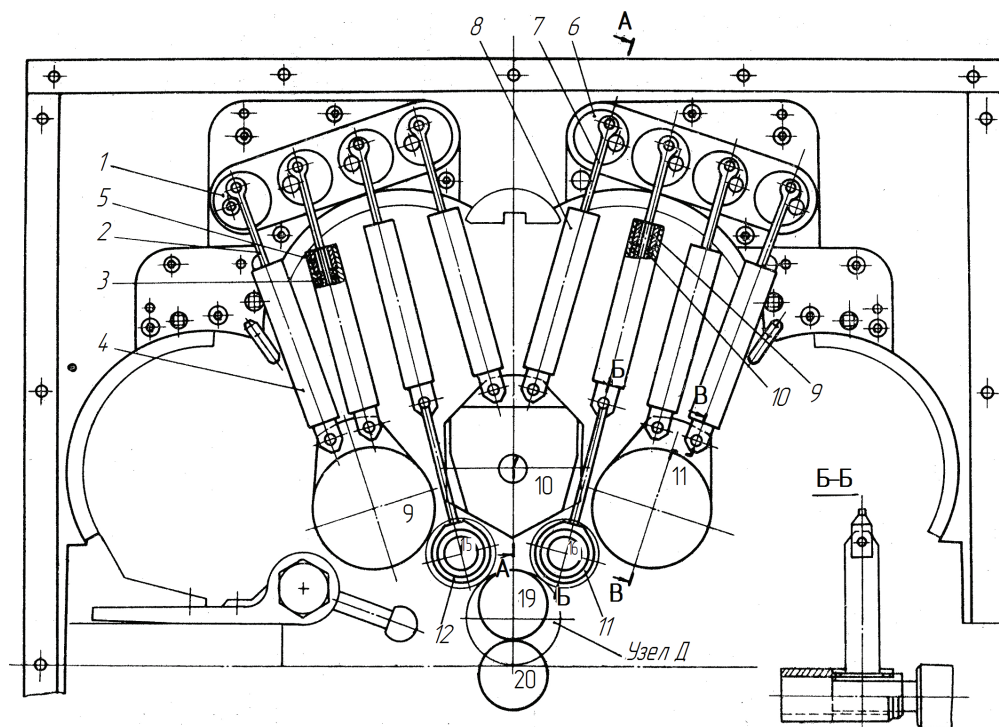


Рис. 35. Механизм уравнивания валков

Верхний рабочий валок 19 (рис. 36) при задаче конца полосы опирается с обоих концов на бронзовые подвижные клинья 13, поджимаемые гидроцилиндрами 14 (или пружинами), расположенными по краям проводок 15. Усилие этих гидроцилиндров уравнивает вес валка. Осевые нагрузки рабочих валков 19, 20 воспринимаются радиальными подшипниками 17, 18, смонтированными на двери 21 и задней стенке 22 стана (клет).

Первые опорные валки 15, 16 и вторые 9, 10, 11 (см. рис. 35) со стороны завалки уравниваются цилиндрическими винтовыми пружинами 3, 10 через тяги 2, 7, один конец которых прикреплен к регулирующим эксцентрикам 1, 6, а другой — к корпусу подшипников 11, 12, насаженных на шейки валков. Натяжение пружин производится поворотом эксцентриков до упора с помощью специального ключа. Со стороны привода первые верхние опорные валки уравниваются через тяги 112, 113 (рис. 37) механизма осевого перемещения гидравлическими цилиндрами 119 и пружинами 120. Вторые опор-

ные валки поддерживаются шпинделями 51, 52 (см. рис. 37), которые в свою очередь также уравниваются гидравлическими цилиндрами 11 (см. рис. 30). Средний (холостой) второй опорный валок со стороны привода уравнивается отдельным гидравлическим цилиндром 30 (см. рис. 37).

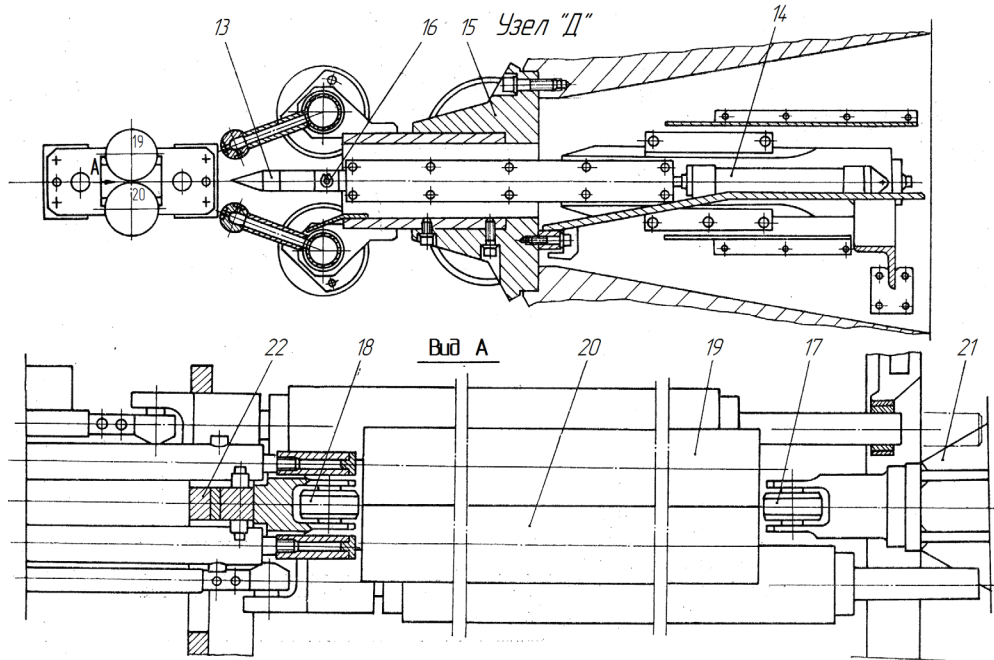


Рис. 36. Узел уравнивания верхнего вала

При уравнивании вторые опорные валки опираются на шариковые радиально-упорные подшипники 23, 24, 25, 26 (см. рис. 37), осевые нагрузки которых воспринимаются через корпуса этих подшипников бронзовыми подпятниками 33, 37, 38, 39, смонтированными на двери и задней стенке стана.

Положение верхней и нижней группы валковых кассет регулируется механизмом регулировки эксцентриситета боковых опор (рис. 38) за счет синхронного поворота крайних опорных осей роликов 1–8, 4–5 (см. рис. 32), А–Н, D–Е (см. рис. 33) от общего привода для каждой пары во время остановки стана, что производится главным образом для компенсации уменьшения диаметра рабочих и опорных валков при переточках.

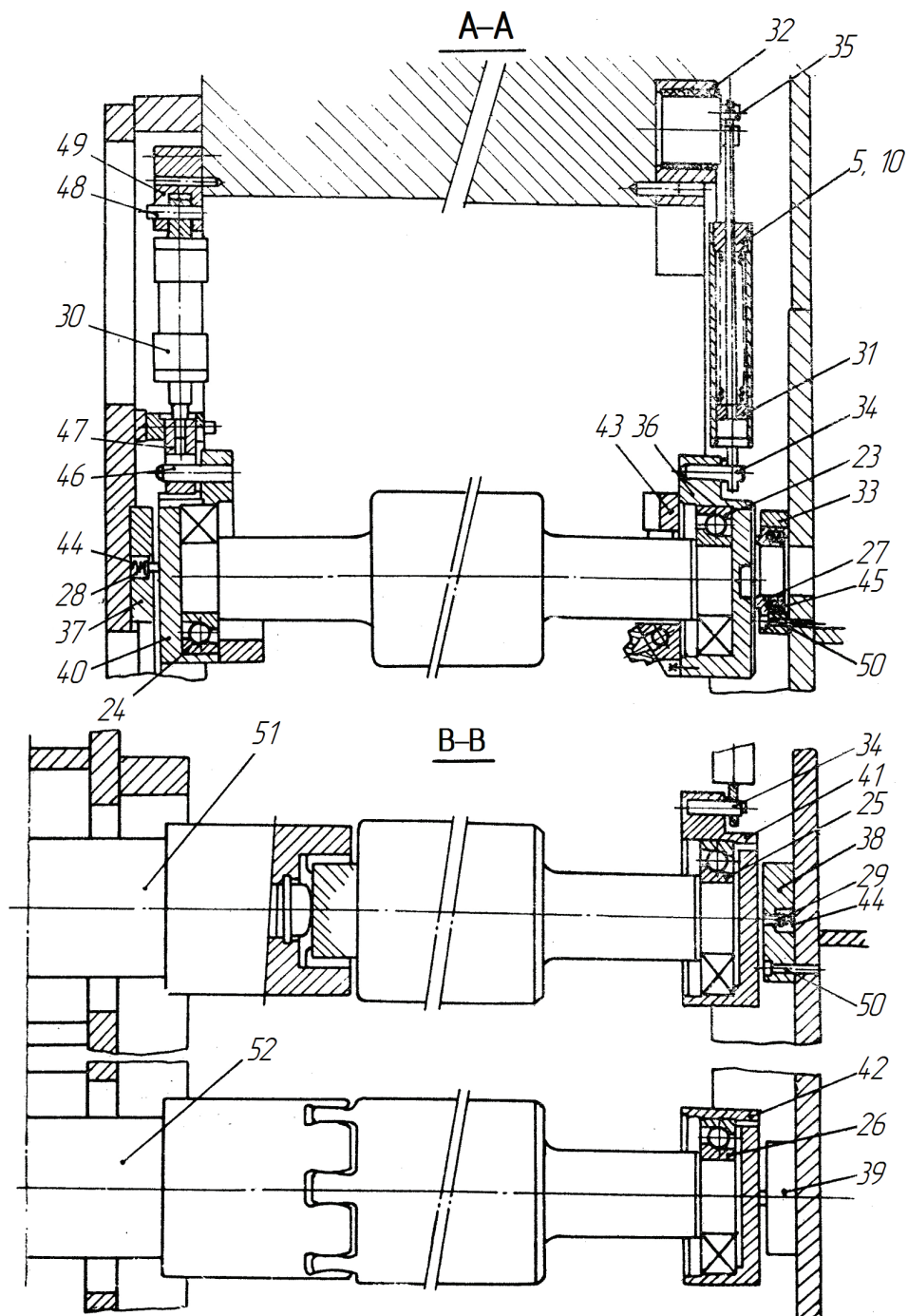


Рис. 37. Уравновешивание опорных валков

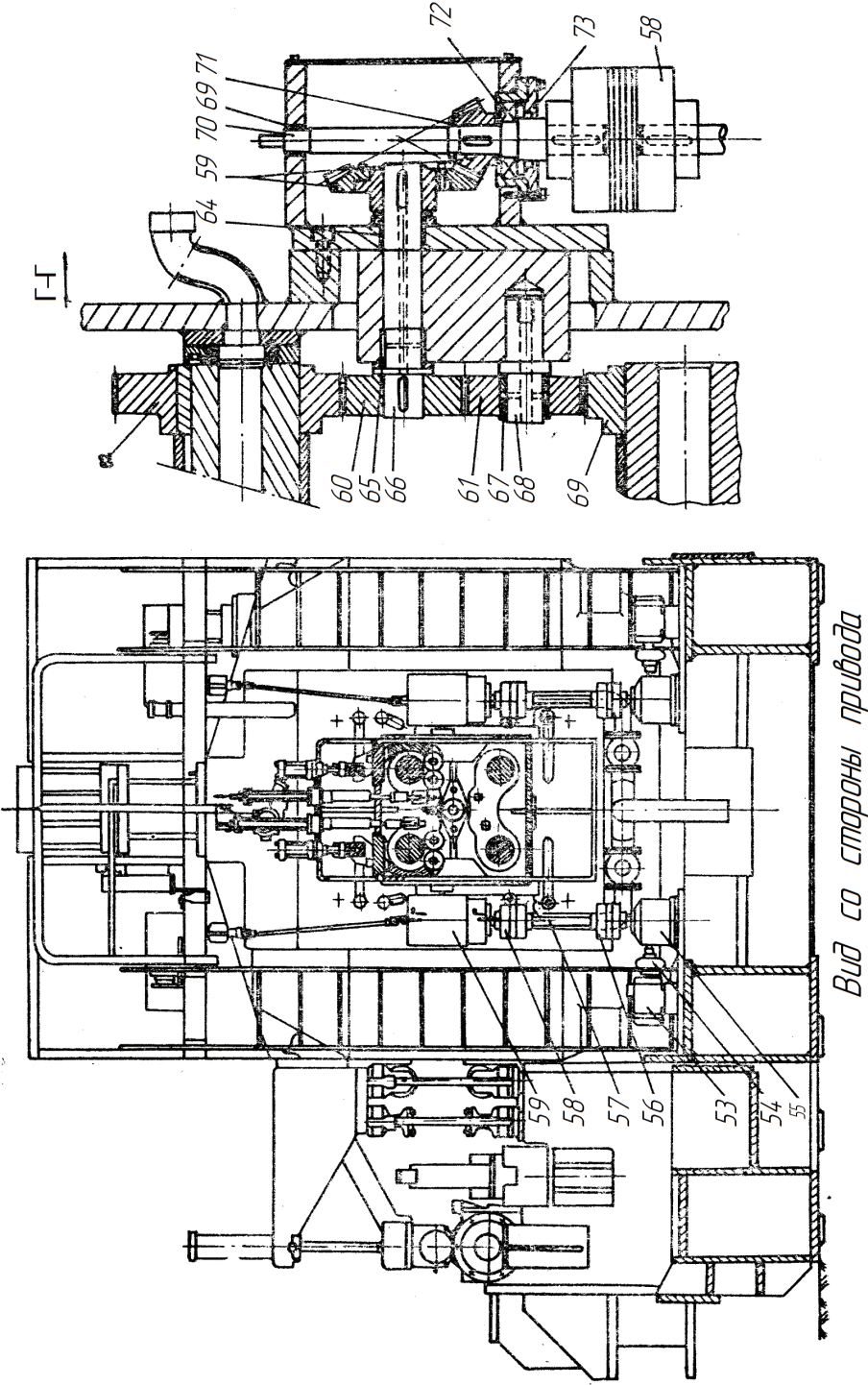


Рис. 38. Механизм регулировки крайних опорных роликов



Боковые (крайние) оси с опорными роликами поворачиваются в своих опорах электродвигателями 53 (см. рис. 38) через упругие муфты 54 и червячные редукторы 55, соединенные попарно с конической передачей 59 по вертикали: ось 1 (А) с осью 8 (Н), ось 4 (D) с осью 5 (Е) валами 57. Коническая передача 59 через шестерни 60, 61 передает вращение зубчатым колесам 62, 63 боковых опорных роликов.

Поворот осей в эксцентриковых опорах 3 (см. рис. 34) обеспечивает открывание или закрывание валковой системы в зависимости от положения эксцентриковых колец, сидящих на осях.

При завалке валков максимального диаметра боковые опорные валки настраиваются на максимально открытое положение. По мере уменьшения диаметров рабочих валков в результате переточек боковые опорные валки необходимо настраивать (вращать) в сторону максимально закрытого положения.

Для определения величины раствора валков на крайних боковых эксцентриковых узлах А—Н (1—8), D—Е (4—5), рис. 39, со стороны управления на эксцентричных кольцах 74 имеются градуированные шкалы с делением от «0» до «10». Нуль соответствует максимально открытому положению валковой системы, а «10» — максимально закрытому положению валковой системы.

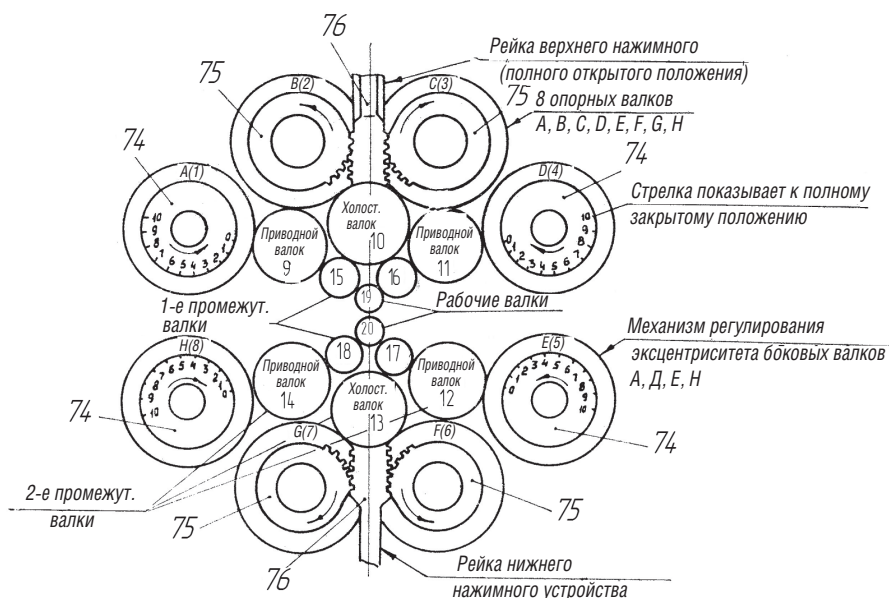


Рис. 39. Схема регулировки эксцентриков боковых опор

Чтобы сохранить симметрию валковой системы, необходимо установить все эксцентрики 74 боковых валков на одно и то же деление шкалы.

Верхние нажимные устройства — переднее (рис. 40), заднее (рис. 41) предназначены для регулировки раствора рабочих валков во время прокатки, создания необходимого давления на металл при каждом пропуске, а также для автоматического контроля толщины полосы в процессе прокатки.

На концах опорных роликов 2–3, 7–6 (см. рис. 32), В–С, G–F (см. рис. 39) насажены эксцентричные зубчатые секторы 8 (см. рис. 32), 75 (см. рис. 39, 40), которые входят в зацепление с зубчатыми рейками 9 (см. рис. 32), 76, 81 (см. рис. 39, 40, 41), при помощи гидроцилиндров 10 (см. рис. 32), 7 (см. рис. 33) поворачивают опорные ролики в эксцентриковых опорах 3 (см. рис. 34), увеличивая или уменьшая раствор валков.

На штоках 78, 85 (см. рис. 40, 41) гидроцилиндров закреплены малые зубчатые рейки 79, 84, в зацеплении с которыми находятся шестерни указателя 80 раствора валков. Гидравлические цилиндры верхних нажимных устройств управляются посредством узлов следящего клапана 83 (см. рис. 41) с пульта управления оператором или автоматического сигнала, подаваемого системой электронного контроля.

Гидравлический двигатель 86 (рис. 42) приводит во вращение червяк 87 планетарного редуктора 88 следящего клапана 83.

Следящий клапан, подавая определенные порции масла в верхнюю и нижнюю полости гидравлических цилиндров нажимных устройств, удерживает опорные валки в требуемом положении путем выравнивания давления в обеих полостях цилиндров и устанавливает валковую систему в равновесное положение. Величину давления в верхней и нижней полостях цилиндров измеряет дифференциальный манометр 89, смонтированный на панели клетки стана.

Первичное звено управления со следящим клапаном 83 (см. рис. 41), валом 91 с сателлитом 92 (рис. 43) кинематически связано со штоком гидравлического цилиндра (см. рис. 42). На вал 91 первичной ведущей части планетарного редуктора 88 (см. рис. 43) напрессована шестерня, которая входит в зацепление с малой зубчатой рейкой 90 (см. рис. 42) указателя усилия прокатки.

Вторичное звено управления — червяк 87, солнечная шестерня 93 (см. рис. 43) связано с гидродвигателем 86 (см. рис. 42), при включении которого ведомые элементы планетарного редуктора — шестерня



94, солнечная шестерня 93 реагируют на относительное движение первичного и вторичного звеньев управления, вращая через водило 95 кулачок 96. Ролик 97 золотника 98 (рис. 44), передвигаясь по профилю кулачка 96, перемещает вверх или вниз золотник следящего клапана. Золотник следящего клапана должен быть отрегулирован так, чтобы система находилась в равновесном состоянии и открывала валки стана только при движении золотника в сторону пружины 99, и закрывала валки при движении золотника в сторону кулачка 96.

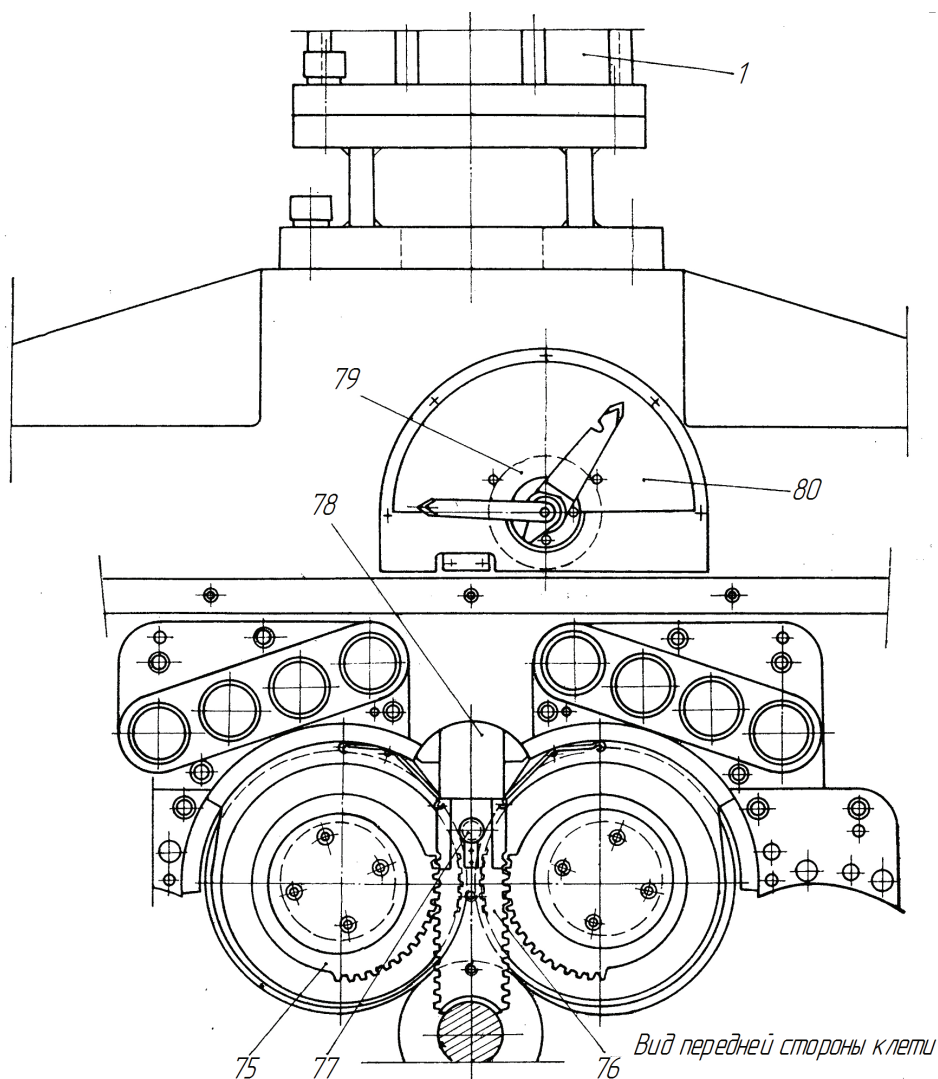


Рис. 40. Механизм верхнего нажимного устройства (переднего)

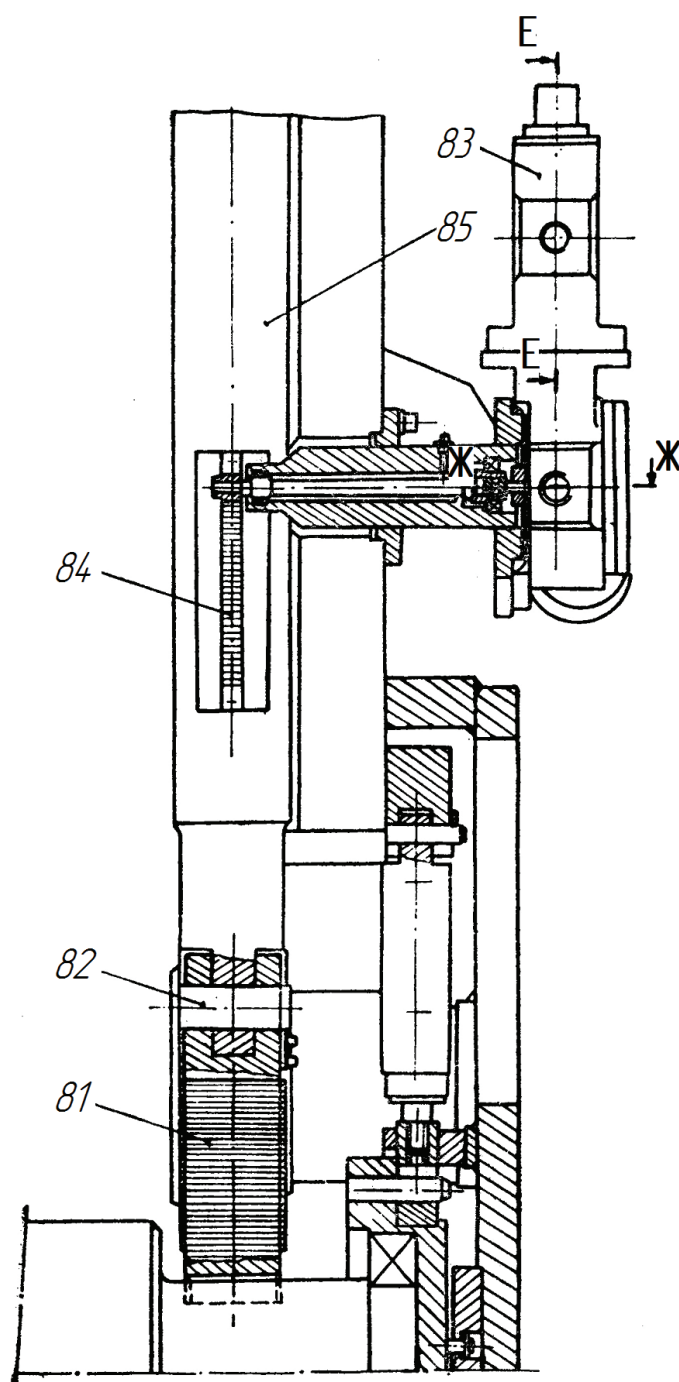


Рис. 41. Механизм верхнего нажимного устройства со стороны главного привода

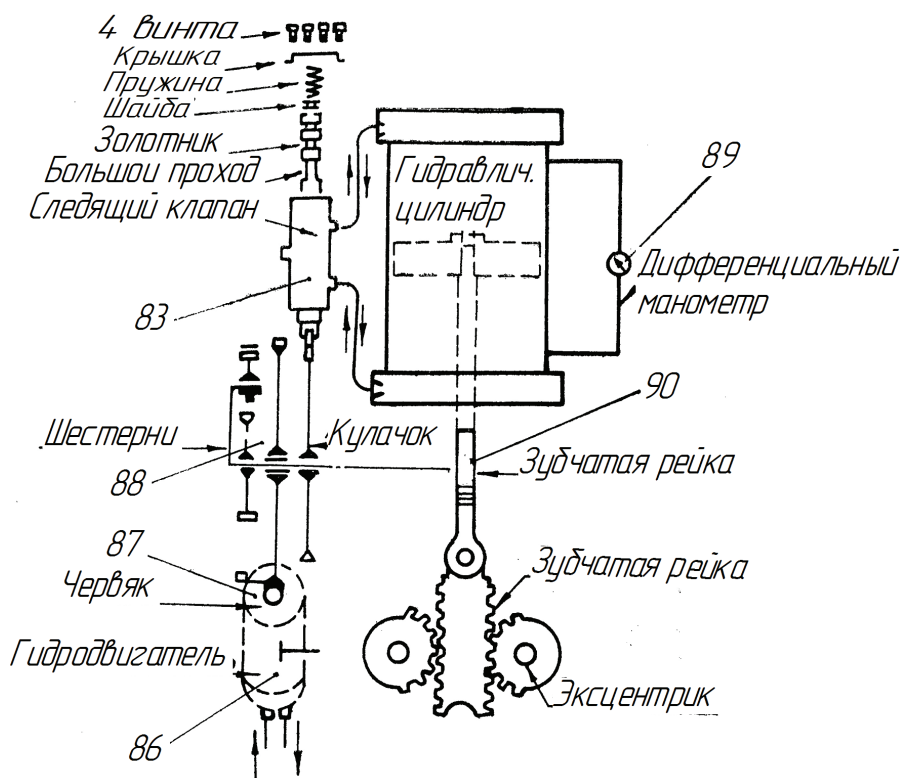


Рис. 42. Кинематическая схема гидрораспределителя автоматической регулировки валков

В случае, когда оператору необходимо создать определенное давление, он должен нажать на одну из двух кнопок «быстро вниз» или «медленно вниз», включая тем самым в работу соответствующие распределители, подающие масло в гидравлический двигатель, вращающий червяк вторичного звена управления. В этот момент кулачок вращается в направлении более низкой части своего профиля — следящий золотник движется вниз, открывая доступ масла в нижнюю полость цилиндра (см. рис. 42). Поршень гидроцилиндра движется вверх, приводя в действие кинематическую цепь первичного звена управления, вращает вал с водилом и сателлитом. При отключении соответствующего распределителя гидравлический двигатель 86 (см. рис. 42) останавливается, следящий золотник 98 (см. рис. 44) начинает двигаться в сторону центрального равновесного положения, блокируя подачу масла в обе полости цилиндра нажимного устройства.

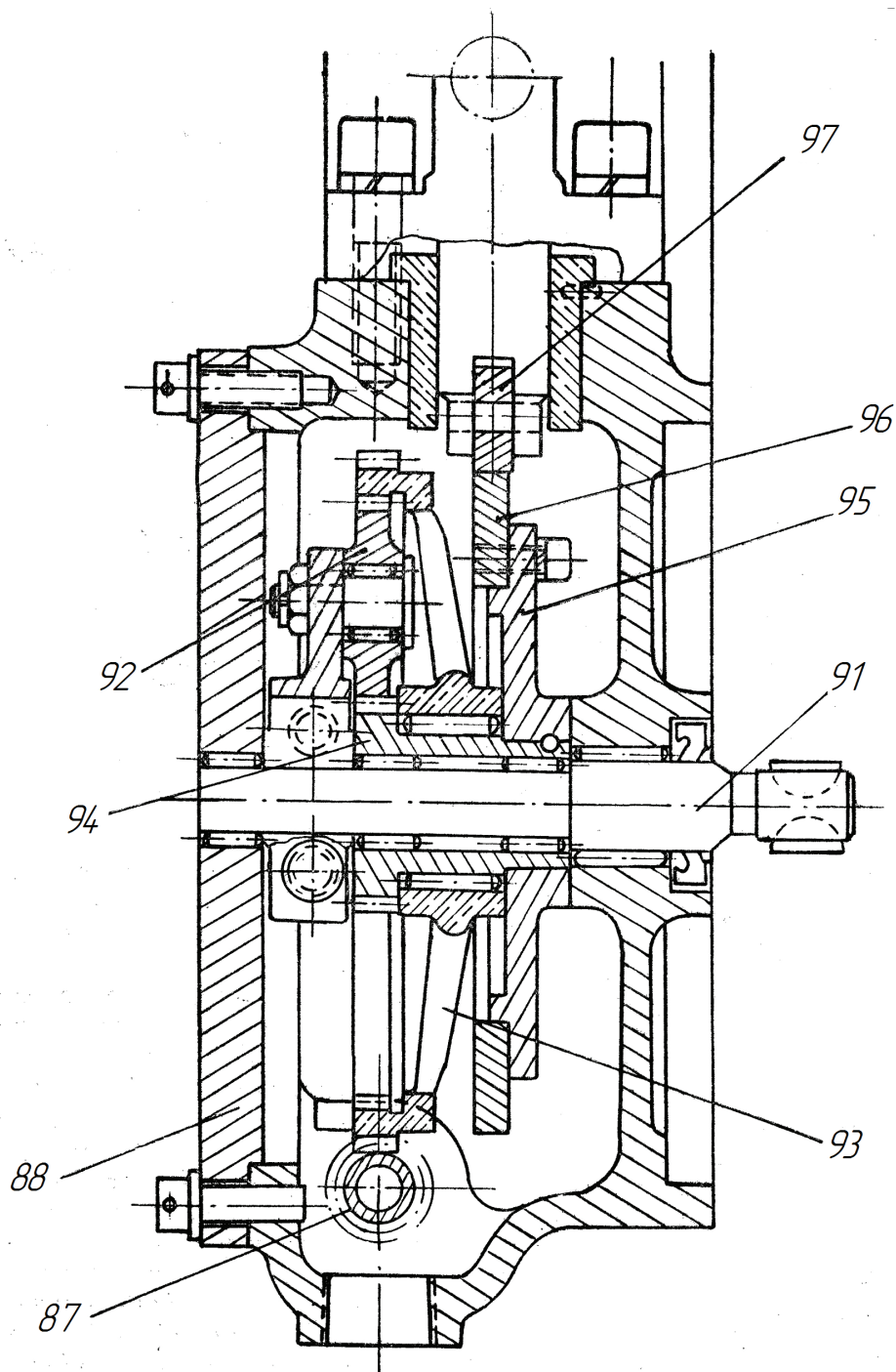


Рис. 43. Планетарный редуктор

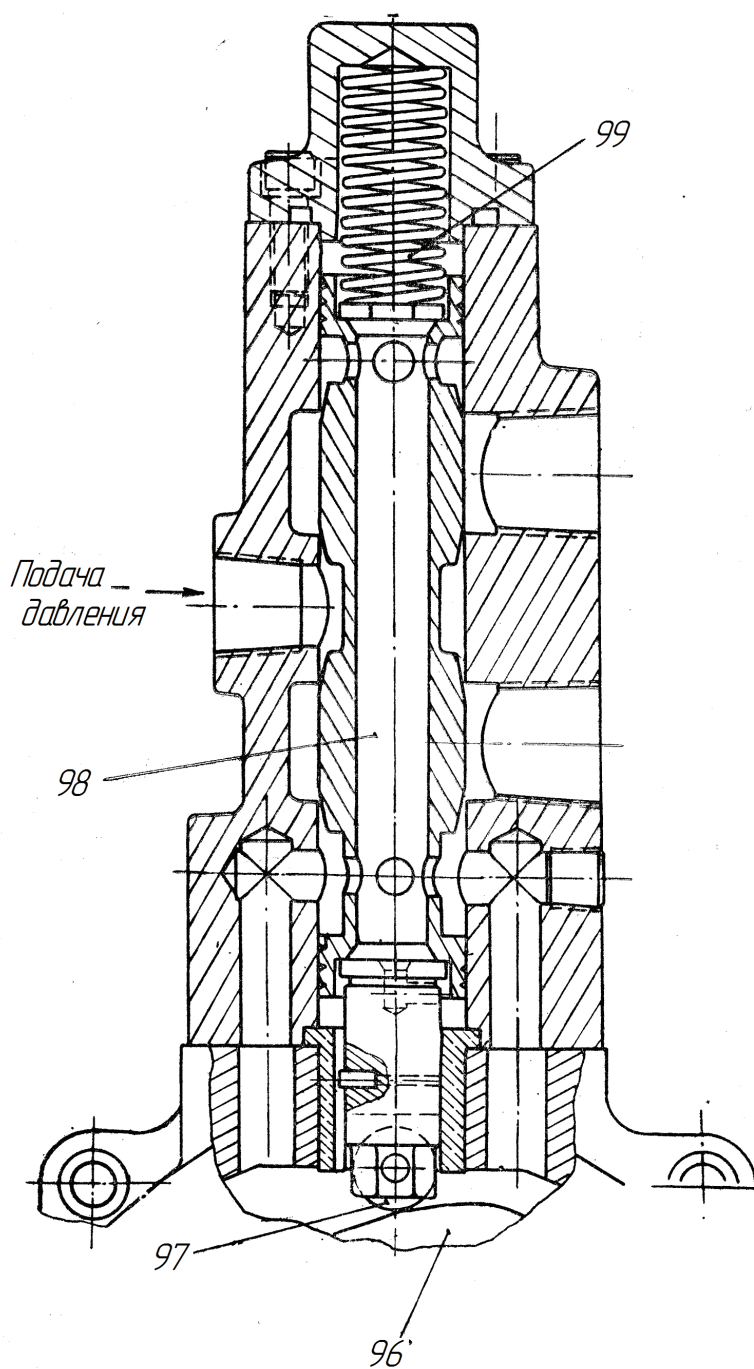


Рис. 44. Следающий клапан

В процессе прокатки валки испытывают неравномерные нагрузки, под действием которых золотник следящего клапана слегка смещается от средней точки кулачка и тем самым поддерживает необходимое давление, увеличивая поток масла в нижнюю полость цилиндра нажимного устройства и уменьшая поток масла в верхнюю полость цилиндра.

Верхнее нажимное устройство может работать в автоматическом режиме, для чего необходимо включить гидрораспределитель автоматического режима.

Нижнее нажимное устройство по своей конструкции не отличается от описанного верхнего нажимного и предназначено для установки нижнего рабочего валка на линию прокатки во время остановки стана путем поворота нижних центральных осей и F (6 и 7) G и F (см. рис. 39), а также для рассыпания нижней пирамиды валков при неизменном положении верхнего рабочего валка.

На внутренних опорных роликах В, С (см. рис. 33) и крайнем опорном ролике 4 (см. рис. 32) предусмотрены механизмы изгиба 9, 15 соответственно, предназначенные для изгиба осей роликов В, С с целью равномерного распределения нагрузки по ширине полосы. Регулирование изгибом осей опорных роликов производится во время остановки стана.

Смещение каждой из опор оси 4 (см. рис. 32) производится гидравлическими цилиндрами 14 через зубчатую передачу и эксцентриковые валы 13. Поворотом эксцентрикового валика опоры оси смещается в ту или иную сторону на необходимую величину, так как центр расточки станины под опорой сам эксцентричен относительно центра опоры, а поэтому таким смещением и добиваются необходимого изгиба оси. Валик по достижении необходимой степени изгиба оси стопорят при помощи зубчатого сектора и рейки. Показания изгиба оси передаются через сельсины на пульт управления.

В каждой из смежных опор В и С (рис. 45) установлено по семь эксцентричных колец «К», на которых жестко закреплены зубчатые секторы «С». Зубчатые секторы входят в зацепление с малыми зубчатыми рейками 100, передвигающимися вверх и вниз от червячных редукторов 101, приводимых в движение гидромоторами 102. Каждый из гидромоторов управляется четырехходовым соленоидным клапаном (распределителем).

Поворот смежных пар эксцентриковых колец механизма изгиба (выпуклости) передается на индикаторы соответствующих указате-

лей. Указатель № 1 показывает величину смещения первой пары, указатель № 2 — второй и т. д. Шкала указателя проградуирована от нуля до 25. Деление шкалы соответствует перемещению рабочих валков на 0,25 мм.

Для получения выпуклого профиля рабочих валков необходимо настроить механизм изгиба (выпуклости) так, чтобы индикаторы, расположенные в центре и соответствующие центральным эксцентриковым опорам, давали большие показания, а индикаторы, соответствующие крайним эксцентриковым опорам, давали малые показания. Вогнутую форму можно получить настройкой механизма на малые показания средних индикаторов и на большие — крайних.

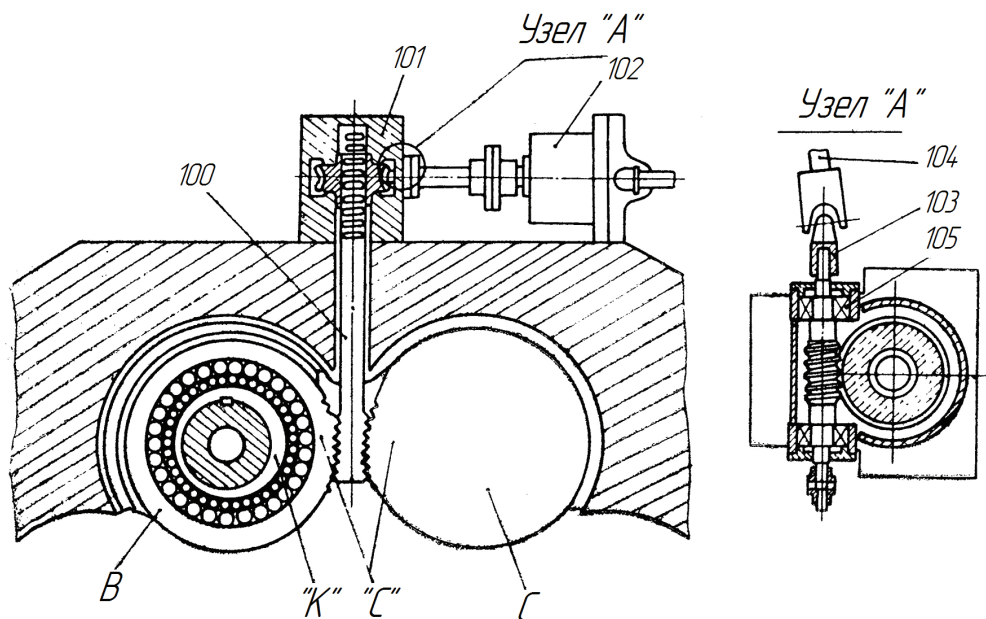


Рис. 45. Узел механизма регулировки профиля

Другим методом регулирования профиля рабочих валков во время прокатки, а соответственно и профиля полосы является осевое перемещение первых промежуточных валков.

Изгиб валка, особенно при прокатке узких полос, вызывает большие обжатия по краям полосы относительно ее середины и большую вытяжку, из-за чего возникает гофрирование (волнистость) по краям полосы.



Во избежание этого, пары первых промежуточных опорных валков 15, 16, 17, 18 (рис. 46) на противоположных концах имеют конусные разгрузочные заточки. Поэтому опорные валки размещают относительно полосы так, чтобы линия перехода цилиндрической бочки в коническую не выходила за пределы полосы. Конусные заточки на валках могут быть либо на обоих концах, либо, например: на валках верхней пары 15, 16 — одна заточка на концах со стороны управления, валках нижней пары 17, 18 — со стороны привода. В этих случаях защемление краев полосы не происходит.

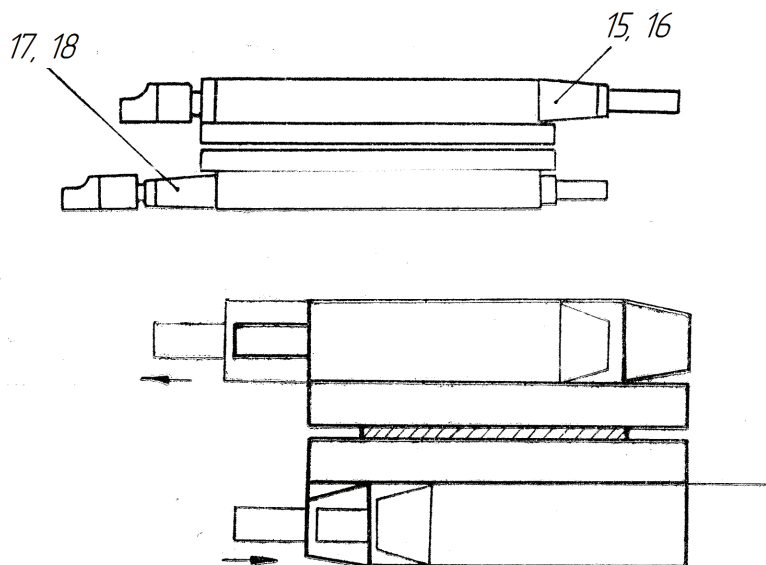


Рис. 46. Схема осевого перемещения первых промежуточных валков

Длина конической части вала зависит от хода винтовой передачи 110, 111 (рис. 47) или хода штока гидравлического цилиндра осевого перемещения опорных валков и ширины прокатываемой полосы.

Каждая из двух пар 15, 16—17, 18 первых промежуточных валков механизма осевого регулирования (см. рис. 47) при необходимости, возникшей в процессе прокатки, может перемещаться в осевом направлении (поперек полосы) от отдельного гидродвигателя 106 с независимым управлением через карданы 107, коробку передач 108, систему цепной передачи 109 и винтовые пары 110, 111, которые посредством тяг 112, 113 соединены с верхними и нижними первыми промежуточными валками.

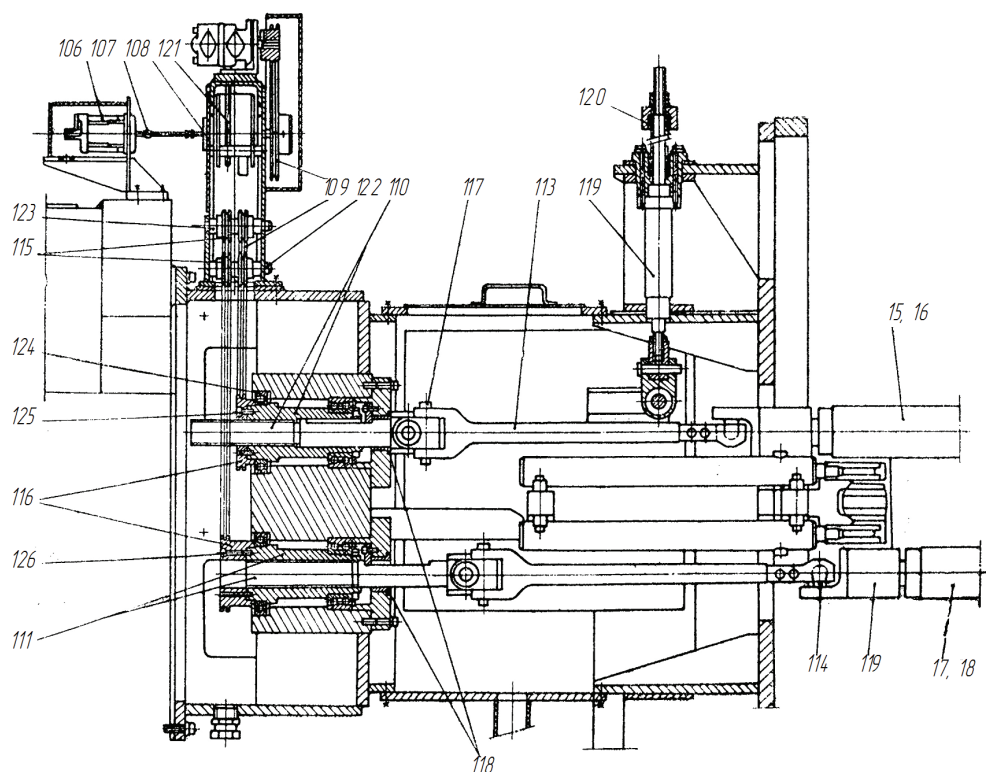


Рис. 47. Механизм осевого регулирования

Перемещение валков регистрируется с помощью сельсинов на циферблатах, установленных на щите приборов.

На входе и выходе рабочей клетки (см. рис. 32, 33) в прямоугольных окнах станины, в зоне валков, размещены специальные проводки, состоящие из двух частей: массивной кованой проводки 3 (см. рис. 32), 8 (см. рис. 33), на которые опираются опоры крайних осей и легкой съемной проводки 12 (см. рис. 32), примыкающей непосредственно к рабочим валкам. Со стороны входа полосы от размывателя в клеть (см. рис. 32, 33) в станину встроена пресс-проводка 5 с боковыми направляющими проводками.

Пресс-проводка 5 (см. рис. 32, 33) предназначена для задачи полосы в валки при первом пропуске и создания необходимого усилия прижатия полосы в процессе прокатки. Пресс-проводка (рис. 48) состоит из двух столов — верхнего 127 и нижнего 128, к которым зажимами 129 крепятся деревянные бруски 153.

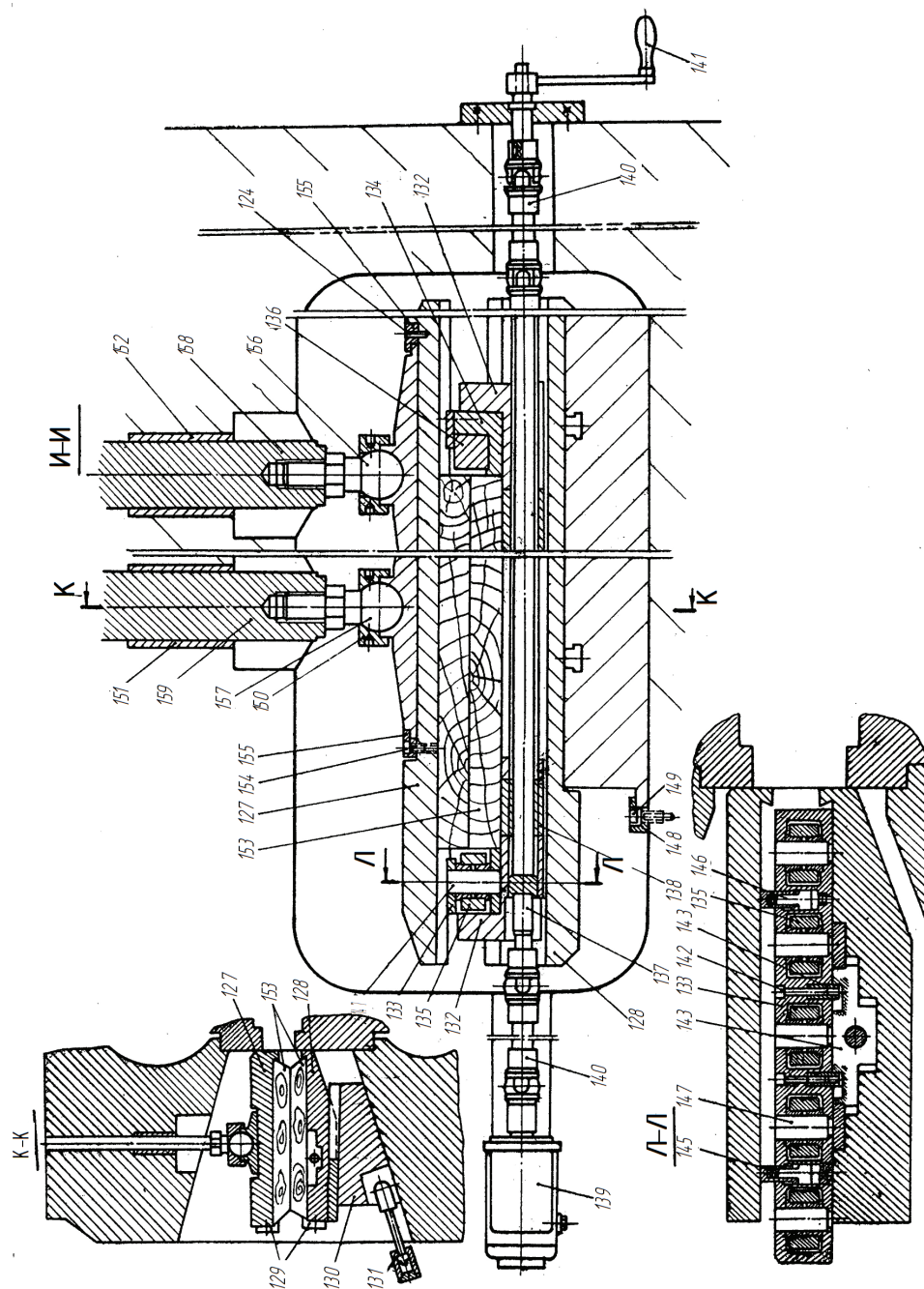


Рис. 48. Узел пресс-проводки

Верхний стол болтами 154 и прижимными планками 155 через шаровые опоры 156, 157 крепится к штокам 158, 159 гидроцилиндров вертикального перемещения стола, которые создают необходимое усилие прижатия полосы к нижнему столу при прокатке полосы.

Нижний стол 128 (см. рис. 48) своими Т-образными направляющими установлен в пазы клина 130, который соединен со штоком гидроцилиндра 131. С помощью клина, приводимого гидроцилиндром, нижний стол выставляется на линию прокатки или опускается ниже линии прокатки на 29 мм. На нижнем столе установлено два боковых направляющих ползуна 132, в которые вмонтированы вертикальные проводки 133, 134 с роликами 135 или бронзовыми брусками 136 соответственно.

Боковые направляющие проводки 133, 134 предназначены для центровки полосы по оси стана посредством винтовой пары 137, 138, приводимой в движение от гидромотора 139 через универсальные шпиндели 140, либо вручную — ручкой маховичка 141. Направляющие проводки 133, 134 при помощи болтов 142 и втулок 143 крепятся к ползуну 144 винтовой пары. С обеих сторон проводок установлено по два пружинных амортизатора 145, 146, которые в сочетании с шаровыми шарнирами 156, 157 должны выравнивать нагрузки по длине пресс-проводки.

## Библиографический список

---

1. Механическое оборудование заводов цветной металлургии : в 3 ч. Механическое оборудование цехов по обработке цветных металлов / А. А. Королев [и др.]. М. : Металлургия, 1989. Ч. 3. — 624 с.
2. Целиков А. И. Металлургические машины и агрегаты: настоящее и будущее / А. И. Целиков. М. : Металлургия, 1979. — 144 с.
3. Паршин В. С. Машины и агрегаты для обработки цветных металлов и сплавов : учеб. пособие для вузов / В. С. Паршин [и др.]. М. : Металлургия, 1988. — 400 с.
4. Королев А. А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов / А. А. Королев. — М. : Металлургия, 1987. — 480 с.
5. Суетин А. С. Правила технической эксплуатации механического оборудования 20-валковых станков / А. С. Суетин [и др.]. Днепропетровск : ВНИИмехчермет, 1979. — 152 с.
6. Бобровицкий В. И. Механическое оборудование: техническое обслуживание и ремонт / В. И. Бобровицкий, В. А. Сидоров. — Донецк : Юго Восток, 2011. — 238 с.
7. Гилев А. В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования : учеб. пособие / А. В. Гилев [и др.]. Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2008. — 278 с.
8. Жиркин Ю. В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин : учебник / Ю. В. Жиркин. — Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет, 2002. — 330 с.:
9. Прокатные станы. Справочник : в 3 т. 2-е изд., перераб. и доп. / В. Г. Антипин [и др.]. — М. : Металлургия, 1992. — 428 с.
10. Литовченко Н. В. Станы и технология прокатки листовой стали / Н. В. Литовченко. — М. : Металлургия, 1979. — 272 с.
11. Гулидов И. Н. Оборудование прокатных цехов (эксплуатация, надежность) : учеб. пособие для студентов сред. спец. учеб. заведений / И. Н. Гулидов. — М. : Интермет Инжиниринг, 2004. — 320 с.

12. Фастыковский А. Р. Конструкции и расчеты оборудования прокатных клетей сортовых и листовых станов : учеб. пособие / А. Р. Фастыковский. — Сибирский государственный индустриальный университет. — Новокузнецк, 2008. — 316 с.

13. Чертков Г. В. Оборудование прокатных и прессовых цехов. Электронный атлас конструкций и деталей изучаемого оборудования : учеб. пособие / Г. В. Чертков. — Самара: Изд-во Самарского гос. аэрокосм. ун-та, 2012. — 100 с.

14. Прокатка листового металла : учеб. пособие / Е. М. Булыжев, В. Н. Кокорин, Ю. А. Титов, А. А. Григорьев. — Ульяновск : УлГТУ, 2009. Ч. 1. — 186 с.

15. Шевакин Ю. Ф., Чернышев В. Н., Мочалов Н. А. Обработка металлов давлением / Ю. Ф. Шевакин, В. Н. Чернышев, Н. А. Мочалов. — М. : Интермет Инжиниринг 2005. — 496 с.

16. Колесников А. Г. Механизмы и устройства рабочих клетей прокатных станов : учеб. пособие / А. Г. Колесников, Р. А. Яковлев. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 63 с.

17. Колесников А. Г. Подшипниковые опоры прокатных валков : учеб. пособие / А. Г. Колесников, Р. А. Яковлев. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2008. — 68 с.

*Учебное издание*

**Паршин** Сергей Владимирович

**ИННОВАЦИОННЫЕ  
РЕШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ  
ДВАДЦАТИВАЛКОВЫХ СТАНОВ**

Редактор О. С. Смирнова  
Верстка О. П. Игнатьевой

Подписано в печать 06.05.2016. Формат 70×100/16.  
Бумага писчая. Печать цифровая. Гарнитура Newton.  
Уч.-изд. л. 3,6. Усл. печ. л. 6,1. Тираж 100 экз.  
Заказ 189



Издательство Уральского университета  
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: 8(343)375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: 8(343) 350-56-64, 350-90-13  
Факс: 8(343) 358-93-06  
E-mail: press-urfu@mail.ru



